

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 7月 6日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-205927

出 願 人
Applicant(s):

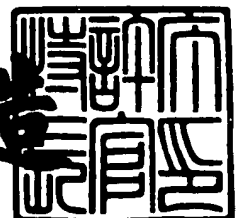
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 0000373402

【提出日】 平成12年 7月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 中塩 栄治

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 尾上 精二

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 菅原 淳一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 片倉 亨

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

 【代表者】 出井 伸之

【代理人】

 【識別番号】 100067736

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

【識別番号】 100086335

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気トンネル効果型磁気ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下層シールド層となる第 1 の軟磁性導電性膜と、
上記第 1 の軟磁性導電性膜上に形成された下層ギャップ層となる金属酸化膜及び第 1 の非磁性導電性膜と、
上記第 1 の非磁性導電性膜上に形成された磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜と、
上記磁気トンネル接合膜上に形成された上層ギャップ層となる第 2 の非磁性導電性膜と、
上記第 2 の非磁性導電性膜上に形成された上層シールド層となる第 2 の軟磁性導電性膜とを備え、

上記下層ギャップ層のうち、上記金属酸化膜は、少なくとも上記磁気トンネル接合素子の直下に位置して設けられていること
を特徴とする磁気トンネル効果型磁気ヘッド。

【請求項 2】 上記金属酸化膜は、アルミニウムの酸化物からなること
を特徴とする請求項 1 記載の磁気トンネル効果型磁気ヘッド。

【請求項 3】 上記金属酸化膜の膜厚は、10nm 以上且つギャップ長の半分以下となること
を特徴とする請求項 1 記載の磁気トンネル効果型磁気ヘッド。

【請求項 4】 上記金属酸化膜の幅は、媒体対向面側から見たときに、上記下層シールド層の半分以上且つトラック幅の 3 倍以下となること
を特徴とする請求項 1 記載の磁気トンネル効果型磁気ヘッド。

【請求項 5】 上記磁気トンネル接合素子が媒体対向面から非露出とされたヨーク型磁気トンネル効果型磁気ヘッドであること
を特徴とする請求項 1 記載の磁気トンネル効果型磁気ヘッド。

【請求項 6】 基板上に下層シールド層となる第 1 の軟磁性導電性膜を形成する工程と、

上記第 1 の軟磁性導電性膜上に下層ギャップ層となる金属酸化膜及び第 1 の非

磁性導電性膜を形成する工程と、

上記第 1 の非磁性導電性膜上に磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜を形成する工程と、

上記磁気トンネル接合膜上に上層ギャップ層となる第 2 の非磁性導電性膜を形成する工程と、

上記第 2 の非磁性導電性膜上に上層シールド層となる第 2 の軟磁性導電性膜を形成する工程とを有し、

上記下層ギャップ層のうち、上記金属酸化膜を、少なくとも上記磁気トンネル接合素子の直下に位置して形成すること

を特徴とする磁気トンネル効果型磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 上記金属酸化膜を、アルミニウムの酸化物により形成することを特徴とする請求項 6 記載の磁気トンネル効果型磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 上記金属酸化膜の膜厚を、10 nm 以上且つギャップ長の半分以下とすること

を特徴とする請求項 6 記載の磁気トンネル効果型磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 上記金属酸化膜の幅を、媒体対向面側から見たときの上記下層シールド層の半分以上且つトラック幅の 3 倍以下とすること

を特徴とする請求項 6 記載の磁気トンネル効果型磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 上記磁気トンネル接合素子を媒体対向面から非露出としたヨーク型磁気トンネル効果型磁気ヘッドとすること

を特徴とする請求項 6 記載の磁気トンネル効果型磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハードディスクドライブや磁気テープドライブ等に搭載され、磁気トンネル効果を利用して磁気記録媒体から信号の再生を行う磁気トンネル効果型磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、一对の磁性層で薄い絶縁層を挟持してなる積層構造において、一对の磁性層間に所定の電圧を印加すると、絶縁層を介して流れる、いわゆるトンネル電流のコンダクタンスが一对の磁性層の磁化の相対角度に依存して変化する、いわゆる磁気トンネル効果が知られている。すなわち、一对の磁性層で薄い絶縁層を挟持してなる積層構造では、絶縁層に流れるトンネル電流に対する磁気抵抗効果を示すのである。

【 0 0 0 3 】

この磁気トンネル効果では、一对の磁性層の磁化の分極率により磁気抵抗比を理論的に算出でき、特に、一对の磁性層に F e を用いた場合には、約 4 0 % の磁気抵抗比を期待することができる。

【 0 0 0 4 】

このため、一对の磁性層で薄い絶縁層を挟持してなる積層構造を有する磁気トンネル接合素子（以下、TMR素子という。）が磁気抵抗効果素子として注目を集めており、特に、磁気ヘッドの分野において、このTMR素子を磁気記録媒体からの磁気信号を検出する感磁素子として用いる、いわゆる磁気トンネル効果型磁気ヘッド（以下、TMRヘッドという。）が注目されている。

【 0 0 0 5 】

このTMRヘッドは、例えば一对の磁気シールド層の間にギャップ層を介してTMR素子が配されてなるシールド型TMRヘッドであり、この一对の磁気シールドに電極としての機能を持たせることにより、一对の磁気シールド層とTMR素子との挟ギャップ化を実現可能としている。

【 0 0 0 6 】

すなわち、従来のシールド型MRヘッドは、下層シールド層となる軟磁性膜と、この軟磁性膜上に形成された下層ギャップ層となる非磁性非導電性膜と、この非磁性非導電性膜上に形成されたMR素子及びその両端部に形成された一对の導電体膜と、この上に形成された上層ギャップ層となる非磁性非導電性膜と、この非磁性非導電性膜上に形成された上層シールド層となる軟磁性膜とから構成されている。

【 0 0 0 7 】

このシールド型MRヘッドでは、高記録密度化に対応して挟ギャップ化が進むと、ギャップ層となる非磁性非導電性膜の膜厚が薄くなる。特に、上層ギャップ層側の非磁性非導電性膜は、MR素子の両端部に形成された一对の導電体膜が段差部として下層側の非磁性非導電性膜上に形成されているために、このような段差部上に非磁性非導電性膜を成膜する場合、全面に亘って均一な膜厚で成膜することが困難となる。そして、磁気記録媒体に対して高密度で記録された信号の再生を行うために、一对の磁気シールド層とMR素子との間の間隔、いわゆるギャップ長を狭くした場合には、この一对の磁気シールド層とMR素子との絶縁性を確保することが非常に困難となってしまう。

【0008】

それに対して、シールド型TMRヘッドでは、一对の磁気シールド層が電極としての機能を果たすことにより、ギャップ層となる非磁性非導電性膜の膜厚を薄くすることができ、一对の磁気シールド層とTMR素子との間の間隔を狭くすることができる。したがって、このTMRヘッドでは、挟ギャップ化が可能となり、磁気記録媒体のさらなる高記録密度化に対応することが可能となる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したシールド型TMRヘッドにおいて、一对の磁気シールド層は、ギャップ層を介してTMR素子を挟み込むことにより、磁気記録媒体からの信号磁界のうち、再生対象外の磁界がTMR素子に引き込まれないように機能する磁気シールドとしての役割も果たしており、例えばNiFeやFeAlSi等の導電性を有する軟磁性膜により形成されている。

【0010】

また、このシールド型TMRヘッドにおいて、一对の磁気シールド層が磁気シールドとしての機能を果たすためには、この一对の磁気シールド層となる軟磁性膜の膜厚が数 μm 程度と非常に厚くなるのに対して、この下層シールド層側の軟磁性膜上に形成されるTMR素子においては、このTMR素子となる磁気トンネル接合膜のうち、一对の磁性層に挟持された、例えばアルミニウム酸化膜からなる絶縁層の膜厚が1nm程度と非常に薄いものとなっている。

【 0 0 1 1 】

ここで、このようなシールド型TMRヘッドでは、一对の磁気シールド層となる軟磁性膜の膜厚が非常に厚くなるために、この軟磁性膜の表面も非常に粗いものとなっている。このため、このようなシールド型TMRヘッドを作製する際には、上述した磁気トンネル接合膜が形成される下層シールド層側の軟磁性膜の表面が平滑となるように、成膜後に、この軟磁性膜に対して、いわゆる機械化学的研磨（CMP：Chemical & Mechanical Polishing）による平滑化处理を施す必要があった。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、一般に、機械化学的研磨によって得られる軟磁性膜の面粗度は、中心線平均粗さRaで見た場合に、0.3nm程度である。このため、シールド型TMRヘッドでは、TMR素子となる磁気トンネル接合膜のうち、上述した絶縁層の膜厚が1nm程度と極めて薄いために、下層シールド層側の軟磁性膜の面粗度が中心線平均粗さRa0.3nm程度であると、この磁気トンネル接合膜において、一对の磁性層の間で絶縁層が破断し、この一对の磁性層同士の接触による電氣的な短絡が生じてしまうことがあった。

【 0 0 1 3 】

この場合、TMRヘッドでは、TMR素子の絶縁層を介して流れるトンネル電流が減少することから、このTMR素子の磁気抵抗比が低下してしまい、再生出力等が大幅に低下してしまうといった問題が生じてしまう。

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明はこのような従来の事情に鑑みて提案されたものであり、平滑性の優れた面に磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜を形成することを可能とすることにより、品質及び信頼性の大幅な向上を可能とした磁気トンネル効果型磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成する本発明に係る磁気トンネル効果型磁気ヘッドは、下層シールド層となる第1の軟磁性導電性膜と、第1の軟磁性導電性膜上に形成された下

層ギャップ層となる金属酸化膜及び第1の非磁性導電性膜と、第1の非磁性導電性膜上に形成された磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜と、磁気トンネル接合膜上に形成された上層ギャップ層となる第2の非磁性導電性膜と、第2の非磁性導電性膜上に形成された上層シールド層となる第2の軟磁性導電性膜とを備える。そして、下層ギャップ層のうち、金属酸化膜は、少なくとも磁気トンネル接合素子の直下に位置して設けられていることを特徴とする。

【0016】

この磁気トンネル効果型磁気ヘッドでは、下層シールド層となる第1の軟磁性導電性膜上に形成された金属酸化膜の表面が良好な面粗度を有しており、この平滑性の優れた金属酸化膜の直上に位置して磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜が形成されていることから、この磁気トンネル接合素子が良好な磁気抵抗比を示し、安定した再生出力を得ることができる。

【0017】

また、この目的を達成する本発明に係る磁気トンネル効果型磁気ヘッドの製造方法は、基板上に下層シールド層となる第1の軟磁性導電性膜を形成する工程と、第1の軟磁性導電性膜上に下層ギャップ層となる金属酸化膜及び第1の非磁性導電性膜を形成する工程と、第1の非磁性導電性膜上に磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜を形成する工程と、磁気トンネル接合膜上に上層ギャップ層となる第2の非磁性導電性膜を形成する工程と、第2の非磁性導電性膜上に上層シールド層となる第2の軟磁性導電性膜を形成する工程とを有する。そして、下層ギャップ層のうち、金属酸化膜を、少なくとも磁気トンネル接合素子の直下に位置して形成することを特徴とする。

【0018】

この磁気トンネル効果型磁気ヘッドの製造方法では、下層シールド層となる第1の軟磁性導電性膜上に良好な面粗度が得られる金属磁性膜を形成し、この平滑性の優れた金属酸化膜の直上に位置して磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜を形成することから、この磁気トンネル接合素子の磁気抵抗比が低下してしまうのを防ぐことができ、歩留りの向上した高品質の磁気トンネル効果型磁気ヘッドを容易に作製することができる。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 0 】

なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率が実際と同じであるとは限らない。

【 0 0 2 1 】

本発明の実施の形態として図 1 に示すハードディスクドライブ装置は、図示を省略する筐体の内部に設けられた装置本体 1 のシャーシ 2 上に、スピンドルモータにより回転駆動される磁気ディスク 3 と、この磁気ディスク 3 に対して情報信号の記録又は再生を行う磁気ヘッドが搭載されたヘッドスライダ 4 を先端部に有するヘッドアクチュエータ 5 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

また、このハードディスクドライブ装置は、シャーシ 2 の磁気ディスク 3 やヘッドアクチュエータ 5 等が実装される面とは反対側のシャーシ 2 上に、記録再生時に信号処理等を行う信号処理回路や、磁気ヘッドのサーボ制御等を行うサーボ制御回路、システム全体の制御を行うシステムコントローラ等の各制御回路 6 を備えている。

【 0 0 2 3 】

磁気ディスク 3 は、いわゆるハードディスクであり、略中央部に中心孔を有する略円盤状のディスク基板上に、磁性層及び保護層等が順次積層されてなる。そして、このハードディスクドライブ装置では、複数枚の磁気ディスク 3 が、その中心孔をスピンドルモータの回転軸 7 と嵌合しながらクランパ 8 により固定されており、制御回路により駆動制御されるスピンドルモータの回転に伴って、図 1 中矢印 A の方向に所定の速度にて回転駆動されるようになされている。

【 0 0 2 4 】

ヘッドアクチュエータ 5 は、その支軸 9 を中心として回動される支持アーム 10 と、この支持アーム 10 の一端側に設けられたボイスコイルモータ 11 と、こ

の支持アーム 1 0 の他端側に取り付けられた所定の弾性を有するサスペンション 1 2 と、このサスペンション 1 2 の先端部に取り付けられた上記ヘッドスライダ 4 とを備えている。

【 0 0 2 5 】

ボイスコイルモータ 1 1 は、支持アーム 1 0 側に取り付けられたコイル 1 3 と、このコイル 1 3 と対向するシャーシ 2 側に取り付けられたマグネット 1 4 とを有し、コイル 1 3 に電流が供給されることにより磁界が発生し、このコイル 1 3 と対向配置されたマグネット 1 4 との磁氣的作用により、支持アーム 1 0 が支軸 9 を中心として図 1 中矢印 B 方向、すなわち磁気ディスク 3 の径方向に沿って所定の角度だけ回転するようになされている。

【 0 0 2 6 】

また、サスペンション 1 2 は、その先端部にヘッドスライダ 4 が取り付けられており、このヘッドスライダ 4 を支持しながら、弾性力により磁気ディスク 3 側へと付勢している。

【 0 0 2 7 】

ヘッドスライダ 4 は、図 1 及び図 2 に示すように、略矩形状に成形されてなり、各磁気ディスク 3 に対応して複数設けられた支持アーム 1 0 の各サスペンション 1 2 の先端部に、それぞれ磁気ディスク 3 の信号記録面と相対向するように支持されている。また、ヘッドスライダ 4 には、磁気ディスク 3 と対向する面（以下、媒体対向面という。）4 a に、この磁気ディスク 3 の回転に伴って発生する空気流により浮上力を発生させるための空気潤滑面（A B S 面）が形成されている。

【 0 0 2 8 】

すなわち、サスペンション 1 2 の先端部に取り付けられたヘッドスライダ 4 は、磁気ディスク 3 の回転により生じる空気流を受けて、この磁気ディスク 3 上を所定の浮上量で浮上しながら、このヘッドスライダ 4 に搭載された磁気ヘッド 2 0 が、磁気ディスク 3 の信号記録面に対して信号の記録又は再生を行うようになされている。なお、ヘッドスライダ 4 の空気潤滑面の形状は、特に限定されるものではなく、任意の形状とすることが可能である。

【 0 0 2 9 】

磁気ヘッド 2 0 は、図 1 中矢印 A 方向に回転駆動される磁気ディスク 3 に対して、浮上走行するヘッドスライダ 4 の後端部に位置して設けられている。

【 0 0 3 0 】

この磁気ヘッド 2 0 は、図 2 及び図 3 に示すように、例えば再生ヘッド部として、磁気トンネル効果型磁気ヘッド（以下、TMRヘッドという。）2 1 と、記録ヘッド部として、インダクティブ型薄膜ヘッド 2 2 とを組み合わせた複合型の薄膜磁気ヘッドである。なお、図 3 は、この磁気ヘッド 2 0 を媒体対向面 4 a の側から見た要部端面図である。

【 0 0 3 1 】

この磁気ヘッド 2 0 では、例えばメッキ法や、スパッタ法等の薄膜形成技術により、上記再生ヘッド部及び記録ヘッド部の各構成要素を形成することから、挟トラック化や挟ギャップ化等の微細寸法化が容易であり、高分解能での記録再生が可能であるといった利点を有している。

【 0 0 3 2 】

具体的に、この磁気ヘッド 2 0 は、詳細を後述する薄膜積層工程によって、例えばアルミナ膜チタンカーバイト（ Al_2O_3-TiC ）等の硬質の非磁性材料からなる基板 2 3 上に、再生ヘッド部として、磁気トンネル効果を利用した磁気ディスク 3 に対する信号の再生を行う TMRヘッド 2 1 と、この TMRヘッド 2 1 上に、記録ヘッド部として、電磁誘導を利用した磁気ディスク 3 に対する信号の記録を行うインダクティブ型薄膜ヘッド 2 2 とが積層されてなる。また、磁気ヘッド 2 0 においては、再生ヘッド部及び記録ヘッド部を構成する各構成要素が媒体対向面 4 a から外方に臨んで略同一端面を構成している。

【 0 0 3 3 】

このうち、TMRヘッド 2 1 は、上下一対の磁気シールド層によりシールドギャップ層を介して磁気トンネル接合素子（以下、TMR素子という。）が挟み込まれてなる、いわゆるシールド型 TMRヘッドである。詳述すると、この TMRヘッド 2 1 は、基板 2 3 上に形成された下層シールド層 2 4 と、この下層シールド層 2 4 上に形成された非磁性非導電性層 2 5 と、この非磁性非導電性層 2 5 上

に形成された下層非磁性導電性層 2 6 と、この下層非磁性導電性層 2 6 上に形成された TMR 素子 2 7 と、この TMR 素子 2 7 上に形成された上層非磁性導電性層 2 8 と、上層非磁性導電性層 2 8 上に形成された上層シールド層 2 9 とを有し、これら基板 2 3 から上層シールド層 2 9 に至る隙間部分には、例えば Al_2O_3 等の非磁性非導電性材料 3 0 が配されている。

【 0 0 3 4 】

TMR 素子 2 7 は、磁気トンネル効果を利用して磁気ディスク 3 からの信号を検出する感磁素子であり、この TMR 素子 2 7 を流れるトンネル電流のコンダクタンスが、磁気ディスク 3 からの磁界によって磁化される方向に依存して変化する、いわゆる磁気トンネル効果を利用して、このトンネル電流の電圧変化を検出し、磁気ディスク 3 に記録された信号を読み取るようになされている。

【 0 0 3 5 】

具体的に、この TMR 素子 2 7 は、所定の方に磁化が固定された磁化固定層 3 1 と、外部磁界に応じて磁化方向を変化させる磁化自由層 3 2 とが、トンネル障壁層 3 3 を介して積層された磁気トンネル接合膜 3 4 を有している。

【 0 0 3 6 】

この磁気トンネル接合膜 3 4 において、磁気化固定層 3 0 は、例えば、下層非磁性導電性層 2 6 上に形成された下層となる膜厚 3 nm の Ta 膜上に、膜厚 3 nm の NiFe 膜と、膜厚 10 nm の IrMn 膜と、膜厚 4 nm の CoFe 膜とが順次積層された 3 層構造とされている。このうち、IrMn 膜は、反強磁性膜であり、CoFe 膜との間で交換結合しており、この CoFe 膜の磁化方向を所定の方向に固定している。

【 0 0 3 7 】

また、トンネル障壁層 3 3 は、磁化固定層 3 1 の CoFe 膜上に、絶縁層として、例えば膜厚 1.3 nm の Al の酸化膜 (Al_2O_3) が積層されてなる。

【 0 0 3 8 】

また、磁化自由層 3 2 は、トンネル障壁層 3 上に、例えば膜厚 4 nm の CoFe 膜と、膜厚 5 nm の NiFe 膜とが順次積層された 2 層構造とされている。そして、この磁化自由層 3 2 上に、例えば上層となる膜厚 5 nm の Ta 膜が形成さ

れている。このうち、C o F e 膜は、スピン分極率を増加させるためのものである。N i F e 膜は、その保持力が低く、外部磁界に応じて磁化の方向が変化することになり、これらが TMR 素子 2 7 の感磁部 2 7 a となっている。

【 0 0 3 9 】

磁気トンネル接合膜 3 4 では、このようなスピバルブ型の積層構造とすることにより、この TMR 素子 2 7 の磁気抵抗比を大きくすることができる。なお、磁気トンネル接合膜 3 4 を構成する各層の材料及びその膜厚は、以上の例に限定されるものではなく、TMR 素子 2 7 の使用目的等に応じて適切な材料を選択し、適切な膜厚に設定すればよい。

【 0 0 4 0 】

また、この TMR 素子 2 7 は、磁気トンネル接合膜 3 4 のうち、この TMR 素子 2 7 の感磁部 2 7 a となる部分を残して、磁化自由層 3 2 から磁化固定層 3 1 の中途部に至るまでエッチングされることにより、その磁気ディスク 3 に対するトラック幅 $T w_1$ が規制されている。なお、ここでは、トラック幅 $T w_1$ を約 $5 \mu m$ としたが、システムの要求等に応じて適切な値に設定すればよい。

【 0 0 4 1 】

また、TMR ヘッド 2 1 では、TMR 素子 2 7 にトンネル障壁層 3 3 を介してトンネル電流が流れるように、下層シールド層 2 4 及び下層非磁性導電性層 2 6 が、TMR 素子 2 7 の磁化固定層 3 1 に対する電極として機能しており、上層シールド層 2 9 及び上層非磁性導電性層 2 8 が、磁化自由層 3 2 に対する電極として機能している。

【 0 0 4 2 】

具体的に、下層非磁性導電性層 2 6 及び上層非磁性導電性層 2 8 は、例えば C u 等の導電性を有する非磁性材料からなる。このうち、下層非磁性導電性層 2 6 は、TMR 素子 2 7 の磁化固定層 3 1 と下層シールド層 2 4 とが電氣的に接続されるように配されている。一方、上層非磁性導電性層 2 8 は、TMR 素子 2 7 の感磁部 2 7 a となる部分に当接する突出部 2 8 a を有し、この突出部 2 8 a を通して、TMR 素子の磁化自由層 3 2 と上層シールド層 2 9 とが電氣的に接続されるように配されている。

【0043】

また、下層非磁性導電性層26及び上層非磁性導電性層28は、TMR素子27と下層シールド層24及び上層シールド層29との間の隙間部分に配された非磁性非導電性層25及び非磁性非導電性材料30と共に、シールドギャップ層を構成しており、このTMR素子27と下層シールド層24及び上層シールド層29との間を磁氣的に隔離している。

【0044】

非磁性非導電性層25は、例えばアルミニウムの酸化膜(Al_2O_3)や二酸化珪素(SiO_2)等の金属酸化膜からなり、TMR素子27の直下に位置して設けられている。この非磁性非導電性層25では、後述するTMRヘッド21の作製工程において、金属酸化膜の表面が機械化学的研磨(CMP: Chemical & Mechanical Polishing)によって、中心線平均粗さ $Ra 0.2nm$ 以下にまで平滑化されており、TMR素子27の直下に位置して平滑性に優れた面を形成している。なお、ここでは、金属酸化膜として、アルミナ膜(Al_2O_3)を用いたが、例えば、二酸化珪素(SiO_2)等の中心線平均粗さ $Ra 0.2nm$ 以下の面粗度が得られる膜であれば、このような材料に限定されるものではない。

【0045】

下層シールド層24及び上層シールド層29は、導電性を有する軟磁性材料からなり、例えば膜厚 $2.3\mu m$ の $CoZrNbTa$ からなるアモルファス積層膜により形成されている。そして、下層シールド層24及び上層シールド層29は、下層非磁性導電性層26及び上層非磁性導電性層28を介してTMR素子27に電気を供給するようになされている。

【0046】

また、下層シールド層24及び上層シールド層29は、TMR素子27を磁氣的にシールドするのに十分な幅を有し、下層非磁性導電性層26及び上層非磁性導電性層28を介してTMR素子27を挟み込むことにより、磁気ディスク3からの信号磁界のうち、再生対象外の磁界がTMR素子27に引き込まれないように機能する一対の磁気シールド層を構成している。すなわち、TMRヘッド21においては、TMR素子27に対して再生対象外の信号磁界が下層シールド層2

4 及び上層シールド層 2 9 に導かれ、再生対象の信号磁界だけが TMR 素子 2 7 に導かれる。これにより、TMR ヘッド 2 1 では、TMR 素子 2 7 の周波数特性及び読み取り分解能の向上が図られている。

【 0 0 4 7 】

なお、TMR ヘッド 2 1 では、この下層シールド層 2 4 と上層シールド層 2 9 との TMR 素子 2 7 に対する間隔が、いわゆるギャップ長とされている。

【 0 0 4 8 】

また、TMR ヘッド 2 1 には、図 2 に示すように、下層シールド層 2 4 及び上層シールド層 2 9 と電氣的に接続された引き出し導線 3 5 a, 3 5 b がそれぞれ設けられており、この引き出し導線 3 5 a, 3 5 b の端部に、外部接続用端子 3 6 a, 3 6 b が、ヘッドスライダ 4 の後端部側の端面から外部に臨むようにそれぞれ設けられている。

【 0 0 4 9 】

引き出し導線 3 5 a, 3 5 b は、例えば Cu 等の導電性材料により薄膜形成されている。また、外部接続用端子 3 6 a, 3 6 b は、例えば金 (Au) 等の導電性材料からなり、同じく金 (Au) からなる導線がワイヤーボンディング等によりサスペンション 1 2 側に設けられた配線端子と電氣的に接続されることで外部回路との接触が可能となっている。

【 0 0 5 0 】

一方、インダクティブ型薄膜ヘッド 2 2 は、図 2 及び図 3 に示すように、上層シールド層 2 9 と同一部材である下層コア層 2 9 と、この下層コア層 2 9 上に磁気ギャップ 3 7 を介して設けられた上層コア層 3 8 と、この上層コア層 3 8 に接合されると共に、媒体対向面 4 a から離間した他端側にて下層コア層 2 9 とバックギャップを構成するバックヨーク 3 9 とを有し、これら下層コア層 2 9 から上層コア層 3 8 上に至る隙間部分には、例えば Al_2O_3 等の非磁性非導電性材料 3 0 が配されている。

【 0 0 5 1 】

また、インダクティブ型薄膜ヘッド 2 2 には、下層コア層 2 9 とバックヨーク 3 9 との間に位置して、バックギャップを中心に巻回された薄膜コイル 4 0 と、

この薄膜コイル 4 0 の内周側の端部及び外周側の端部と電氣的に接続された引き出し導線 4 1 a, 4 1 b とが設けられており、これら引き出し導線 4 1 a, 4 1 b の端部に外部接続用端子 4 2 a, 4 2 b がヘッドスライダ 4 の後端部側の端面から外部に臨むように設けられている。

【 0 0 5 2 】

下層コア層 2 9、上層コア層 3 8 及びバックヨーク 3 9 は、閉磁路となる磁気コアを構成するものである。このうち、上層コア層 3 8 は、例えばアモルファス積層膜等の導電性を有する軟磁性材料が所定の幅に成形されてなり、非磁性非導電性材料 3 0 を介して下層コア層 2 9 と対向配置されることにより、磁気ギャップ 3 7 が形成され、この幅がトラック幅 $T w_2$ とされている。なお、このトラック幅 $T w_2$ は、システムの要求等に応じて適切な値に設定すればよい。

【 0 0 5 3 】

なお、このインダクティブ型薄膜ヘッド 2 2 では、所定のトラック幅 $T w_2$ となる上層コア層 3 8 と対向して下層コア層 2 9 に凸部を形成することにより、磁気ギャップ 3 7 で生じる漏れ磁界を細くすることが可能であり、微細な磁気信号を磁気ディスク 3 に高精度に記録することが可能となる。

【 0 0 5 4 】

薄膜コイル 4 0 は、例えば C u 等の導電性材料がスパイラル状に薄膜形成されてなる。

【 0 0 5 5 】

引き出し導線 4 1 a, 4 1 b は、上述した引き出し導線 3 5 と同様に、例えば C u 等の導電性材料により薄膜形成されている。

【 0 0 5 6 】

また、外部接続用端子 4 2 a, 4 2 b は、上述した外部接続用端子 3 6 と同様に、例えば金 (A u) 等の導電性材料からなり、同じく金 (A u) からなる導線がワイヤーボンディング等によりサスペンション 1 2 側に設けられた配線端子と電氣的に接続されることで外部回路との接触が可能となっている。

【 0 0 5 7 】

なお、磁気ヘッド 2 0 には、ヘッドスライダ 4 の後端部側の端面上に、外部接

続用端子36, 42が外部に臨む部分を除いて、例えば Al_2O_3 等の非磁性非導電性材料30からなる保護膜が成膜されており、薄膜コイル40及び引き出し導線35, 41の保護が図られている。

【0058】

以上のように構成される磁気ヘッド20において、TMRヘッド21を用いて磁気ディスク3に対する信号の再生を行う際には、TMR素子27の磁化固定層31と磁化自由層32との間に所定の電圧を印加する。このとき、TMR素子27のトンネル障壁層33を介して流れるトンネル電流のコンダクタンスが、磁気ディスク3からの信号磁界に応じて変化する。このため、TMRヘッド21では、TMR素子27に流れるトンネル電流の電圧値が変化することとなり、このTMR素子27の電圧値の変化を検出することによって、磁気ディスク3に対する信号の再生を行うことができる。

【0059】

一方、インダクティブ型薄膜ヘッド22を用いて磁気ディスク3に対する信号の記録を行う際には、薄膜コイル40に記録する信号に応じた電流が供給される。このとき、インダクティブ型薄膜ヘッド22には、薄膜コイル40から発生する磁界により、磁気コアに磁束が流れると共に、磁気ギャップ37から漏れ磁界が発生する。そして、インダクティブ型薄膜ヘッド22では、この漏れ磁界を磁気ディスク3に対して印加していくことにより信号の記録を行うことができる。

【0060】

ところで、この磁気ヘッド20において、再生ヘッド部となるTMRヘッド21は、本発明を適用した磁気トンネル効果型磁気ヘッドであり、下層シールド層24上に形成された非磁性非導電性層25となる金属酸化膜が、TMR素子27の直下に位置して設けられている。

【0061】

詳述すると、このTMRヘッド21において、非磁性非導電性層25となる金属酸化膜は、成膜後の機械化学的研磨(CMP: Chemical & Mechanical Polishing)によって、その表面粗さが中心線平均粗さ Ra 0.2nm以下にまで平滑化されており、平滑性に優れた面を形成している。そして、TMR素子27とな

る磁気トンネル接合膜 3 4 が、この平滑性の優れた金属酸化膜の直上に位置して形成されている。

【 0 0 6 2 】

これにより、この TMR ヘッド 2 1 では、磁気トンネル接合膜 3 4 における磁化固定層 3 1 と磁化自由層 3 2 との間で極めて薄い絶縁膜であるトンネル障壁層 3 3 が破断して、この磁化固定層 3 1 と磁化自由層 3 2 との接触による電氣的な短絡が生じてしまうのを防ぐことができる。したがって、この TMR ヘッド 2 1 では、TMR 素子 2 7 の磁気抵抗比が低下してしまうのを防ぐことができ、安定した再生出力を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

次に、上述した磁気ヘッド 2 0 を搭載するヘッドスライダ 4 の製造方法について説明する。

【 0 0 6 4 】

なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすく図示するために、図 1 乃至図 3 と同様に、特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率が実際と同じであるとは限らない。また、以下の説明では、磁気ヘッド 2 0 を構成する各構成要素並びにその材料、大きさ及び膜厚等について具体的な例を挙げるが、本発明は以下の例に限定されるものではない。例えば、以下の説明では、ハードディスク装置等で実用化されているものと同様な構造を有する、いわゆるシールド型 TMR ヘッドを用いた例を挙げるが、軟磁性体を磁気回路の一部とする、いわゆるヨーク型構造の磁気ヘッド等であってもよく、このような例に必ずしも限定されるものではない。

【 0 0 6 5 】

この磁気ヘッド 2 0 を作製する際は、先ず、図 4 及び図 5 に示すように、例えば直径 4 インチ程度の円盤状の基板 5 0 を用意し、この基板 5 0 の表面に対して鏡面加工を施す。そして、この基板 5 0 上に、上記下層シールド層 2 4 となる第 1 の軟磁性導電性膜 5 1 をスパッタリング等により成膜する。なお、図 5 は、図 4 中に示す線分 $X_1 - X_1'$ による概略断面図である。

【 0 0 6 6 】

この基板 5 0 は、最終的に上記磁気ヘッド 2 0 の基板 2 3 となるものであり、この主面上に磁気ヘッド 2 0 の各構成要素が薄膜形成工程によって順次積層された後、この基板 5 0 を個々のヘッドチップとして切り出すことにより、磁気ヘッド 2 0 を搭載する上記ヘッドスライダ 4 が一括して複数作製されることとなる。

【 0 0 6 7 】

なお、この基板 5 0 の材料としては、アルミナ膜チタンカーバイド ($\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{TiC}$) 等が好適である。一方、第 1 の軟磁性導電性膜 5 1 としては、例えば膜厚 $2.3 \mu\text{m}$ の CoZrNbTa からなるアモルファス積層膜を成膜した。

【 0 0 6 8 】

次に、第 1 の軟磁性導電性膜 5 1 上に、フォトレジストを塗布し、硬化させることによりレジスト層を形成する。そして、フォトリソグラフィ技術を用いて、このレジスト層を所定の形状にパターニングすることにより、図 6 及び図 7 に示すような第 1 のレジストパターン 5 2 を形成する。具体的に、レジスト層を所定の形状にパターニングする際は、先ず、所望するパターンに対応するようにレジスト層を露光する。次に、露光した箇所のレジスト層を現像液にて溶解して除去した後、ポストバーク処理を施す。これにより、所定の形状とされたレジストパターンが得られる。なお、図 7 は、図 6 中に示す線分 $X_2 - X_2'$ による概略断面図である。

【 0 0 6 9 】

次に、この第 1 のレジストパターン 5 2 をマスクとして、ドライエッチングにより第 1 の軟磁性導電性膜 5 1 に対してエッチングを行った後、この第 1 のレジストパターン 5 2 を第 1 の軟磁性導電性膜 5 1 上から除去する。これにより、図 8 及び図 9 に示すような所定の形状とされた上記下層シールド層 2 4 が複数形成される。なお、下層シールド層 2 4 の形状は、後工程で形成される TMR 素子 2 7 の下層側を磁氣的にシールドするのに十分な大きさとなるようにしておく。なお、図 9 は、図 8 中に示す線分 $X_3 - X_3'$ による概略断面図である。

【 0 0 7 0 】

次に、図 1 0 及び図 1 1 に示すように、この基板 5 0 の全面に亘って、スパッタリング等により、例えば Al_2O_3 等からなる第 1 の非磁性非導電性膜 5 3 を成

膜した後、この基板 5 0 上に複数形成された下層シールド層 2 4 が露出するまで研磨する。これにより、基板 5 0 と下層シールド層 2 4 との間に第 1 の非磁性非導電性膜 5 3 が埋め込まれ、基板 5 0 上の下層シールド層 2 4 が形成されていない部分との段差が無くなり平坦化される。なお、図 1 1 は、図 1 0 中に示す線分 $X_4 - X_4'$ による概略断面図である。

【 0 0 7 1 】

次に、平坦化された基板 5 0 上に、フォトリソグロフ技術を用いて、このレジスト層を所定の形状にパターニングする。そして、このパターニングされたレジスト層を用いて、上記非磁性非導電性層 2 5 となる、例えばアルミナ膜 (Al_2O_3) からなる金属酸化膜をスパッタリング等により成膜した後、レジスト層をこのレジスト層上に堆積した金属酸化膜と共に除去する。これにより、下層シールド層 2 4 上に、図 1 2 及び図 1 3 に示すような所定の形状に成形された上記非磁性非導電性層 2 5 が、後述する TMR 素子 2 7 の直下に位置するように形成される。

【 0 0 7 2 】

また、この金属酸化膜に対しては、成膜後に機械化学的研磨 (CMP : Chemical & Mechanical Polishing) による平滑化処理を施す。これにより、この金属酸化膜は、その表面粗さが中心線平均粗さ $Ra 0.2 nm$ 以下にまで平滑化される。なお、ここでは、金属酸化膜として、アルミナ膜 (Al_2O_3) を用いたが、例えば、二酸化珪素 (SiO_2) 等の中心線平均粗さ $Ra 0.2 nm$ 以下の面粗度を得られる膜であれば、このような材料に限定されるものではよい。なお、図 1 3 は、図 1 2 中に示す線分 $X_5 - X_5'$ による概略断面図である。

【 0 0 7 3 】

次に、図 1 4 及び図 1 5 に示すように、この基板 5 0 上に、上記下層非磁性導電性層 2 6 となる第 1 の非磁性導電性膜 5 4 をスパッタリング等により成膜する。この第 1 の非磁性導電性膜 5 4 の材料としては、Cu 等が好適である。また、第 1 の非磁性導電性膜 5 4 の膜厚は、磁気記録媒体に記録された信号の周波数等に応じて適切な値に設定すればよく、例えば $100 nm$ 程度とする。なお、図 1 5 は、図 1 4 中に示す線分 $X_6 - X_6'$ による概略断面図である。

【 0 0 7 4 】

次に、図 1 6 及び図 1 7 に示すように、第 1 の非磁性導電性膜 5 4 上に、上記磁気トンネル接合膜 3 4 となる磁気トンネル接合用膜 5 5 をスパッタリング等により成膜する。なお、図 1 7 は、図 1 6 中に示す線分 X_7-X_7' による断面図である。

【 0 0 7 5 】

この磁気トンネル接合用膜 5 5 は、例えば、下層となる膜厚 3 nm の Ta 膜と、上記磁化固定層 3 1 となる膜厚 3 nm の Ni Fe 膜、膜厚 10 nm の Ir Mn 膜及び膜厚 4 nm の Co Fe 膜と、上記トンネル障壁層 3 3 となる膜厚 1.3 nm の Al の酸化膜 (Al_2O_3) と、上記磁化自由層 3 2 となる膜厚 4 nm の Co Fe 膜及び膜厚 5 nm の Ni Fe 膜と、上層となる膜厚約 5 nm の Ta 層とが、この順でスパッタリング等により順次積層されることにより形成される。

【 0 0 7 6 】

なお、磁気トンネル接合用膜 5 5 を構成する各層の材料及びその膜厚は、以上の例に限定されるものではなく、TMR 素子 2 7 の使用目的等に応じて適切な材料を選択し、適切な膜厚に設定するようにすればよい。

【 0 0 7 7 】

次に、磁気トンネル接合用膜 5 5 上に、フォトリソグロウを塗布し、硬化させることによりレジスト層を形成する。そして、フォトリソグラフィ技術を用いて、このレジスト層を所定の形状にパターニングすることにより、図 1 8 及び図 1 9 に示すような第 2 のレジストパターン 5 6 を形成する。なお、図 1 9 は、図 1 8 中に示す線分 X_8-X_8' による概略断面図である。

【 0 0 7 8 】

次に、この第 2 のレジストパターン 5 6 をマスクとして、磁気トンネル接合用膜 5 5 及び第 1 の非磁性導電性膜 5 4 に対してエッチングを行った後、この第 2 のレジストパターン 5 6 を除去する。これにより、図 2 0 及び図 2 1 に示すような下層シールド層 2 4 上に所定の形状とされた上記下層非磁性導電性層 2 6 及び上記磁気トンネル接合膜 3 4 が形成される。なお、図 2 1 は、図 2 0 中に示す線分 X_9-X_9' による概略断面図である。

【0079】

ここで、磁気トンネル接合膜34は、上述した非磁性非導電性層25となる金属酸化膜の直上に位置して形成される。すなわち、この金属酸化膜は、成膜後の機械化学的研磨によって、その表面粗さが中心線平均粗さ $Ra0.2nm$ 以下にまで平滑化されており、この平滑性の優れた金属酸化膜の直上に位置して磁気トンネル接合膜34が形成されることとなる。

【0080】

これにより、この磁気トンネル接合膜34では、磁化固定層31と磁化自由層32との間で極めて薄い絶縁膜であるトンネル障壁層33が破断して、この磁化固定層31と磁化自由層32との接触による電氣的な短絡が生じてしまうのを防ぐことができ、このTMR素子27の磁気抵抗比が低下してしまうのを防ぐことができる。

【0081】

次に、図22及び図23に示すように、この基板50の全面に亘って、スパッタリング等により、例えば Al_2O_3 等からなる第2の非磁性非導電性膜57を成膜した後、この基板50上に複数形成された磁気トンネル接合膜34が露出するまで研磨する。これにより、基板50と下層非磁性導電性層26及び磁気トンネル接合膜34との間に第2の非磁性非導電性膜57が埋め込まれ、基板50上の下層非磁性導電性層26及び磁気トンネル接合膜34が形成されていない部分との段差が無くなり平坦化される。なお、図23は、図22中に示す線分 $X_{10}-X_{10}'$ による概略断面図である。

【0082】

次に、平坦化された基板50上に、フォトリソグレイスを塗布し、硬化させることによりレジスト層を形成し、フォトリソグラフィ技術を用いて、このレジスト層を所定の形状にパターニングする。そして、このパターニングされたレジスト層をマスクとして、イオンエッチングにより、磁気トンネル接合膜34のうち、TMR素子27の感磁部27aとなる部分を残して、磁化自由層32から磁化固定層31の中途部に至るまでエッチングした後、このレジスト層を基板50上から除去する。これにより、図24及び図25に示すように、TMR素子6の磁気デ

イスク 3 に対するトラック幅 $T w_1$ が規制される。なお、ここでは、トラック幅 $T w_1$ を約 $5 \mu m$ としたが、トラック幅 $T w_1$ は、以上の例に限定されるものではなく、システムの要求等に応じて適切な値に設定すればよい。なお、図 2 4 は、図 2 2 中に示す囲み部分 C を拡大して示す概略平面図であり、図 2 5 は、図 2 4 中に示す線分 $X_{11}-X_{11}'$ による概略断面図である。

【 0 0 8 3 】

次に、この基板 5 0 上に、フォトレジストを塗布し、硬化させることによりレジスト層を形成する。そして、フォトリソグラフィ技術を用いて、このレジスト層を所定の形状にパターニングすることにより、TMR 素子 2 7 の感磁部 2 7 a の直上に位置して、図 2 6 及び図 2 7 に示すような第 3 のレジストパターン 5 8 を形成する。なお、図 2 6 は、図 2 2 中に示す囲み部分 C を拡大して示す概略平面図であり、図 2 7 は、図 2 6 中に示す線分 $X_{12}-X_{12}'$ による概略断面図である。

【 0 0 8 4 】

次に、図 2 8 及び図 2 9 に示すように、この第 3 のレジストパターン 5 8 を用いて、例えば $A l_2 O_3$ 等からなる第 3 の非磁性非導電性膜 5 9 をスパッタリング等により成膜した後、第 3 のレジストパターン 5 8 を、この第 3 のレジストパターン 5 8 上に堆積した第 3 の非磁性非導電性膜 5 9 と共に除去する。これにより、TMR 素子 2 7 の感磁部 2 7 a の直上にて開口されたコンタクトホール 6 0 を有する第 3 の非磁性非導電性膜 5 9 が形成される。なお、図 2 8 は、図 2 2 中に示す囲み部分 C を拡大して示す概略平面図であり、図 2 9 は、図 2 8 中に示す線分 $X_{13}-X_{13}'$ による概略断面図である。

【 0 0 8 5 】

次に、この第 3 の非磁性非導電性膜 5 9 上に、フォトレジストを塗布し、硬化させることによりレジスト層を形成する。そして、フォトリソグラフィ技術を用いて、このレジスト層を所定の形状にパターニングすることにより、図 3 0 及び図 3 1 に示すような所定の形状とされた開口部 6 1 a を有する第 4 のレジストパターン 6 1 を形成する。なお、図 3 0 は、図 2 2 中に示す囲み部分 C を拡大して示す概略平面図であり、図 3 1 は、図 3 0 中に示す線分 $X_{14}-X_{14}'$ による概略

断面図である。

【0086】

次に、図32及び図33に示すように、この第4のレジストパターン61を用いて、上記上層非磁性導電性層28となる第2の非磁性導電性膜62をスパッタリング等により成膜する。このとき、第3の非磁性非導電性膜59のコンタクトホール60に、第2の非磁性導電性膜62が埋め込まれることとなる。これにより、TMR素子27の感磁部27aと当接する上記上層非磁性導電性層28の突出部28aが形成される。また、第2の非磁性導電性膜62の材料としては、Cu等が好適である。なお、第2の非磁性導電性膜62の膜厚は、磁気記録媒体に記録された信号の周波数等に応じて適切な値に設定すればよい。

【0087】

そして、この第2の非磁性導電性膜62上に、上記上層シールド層29及び上記下層コア層29となる第2の軟磁性導電性膜63をスパッタリング等により成膜する。この第2の軟磁性導電性膜63としては、例えば膜厚2.3 μm のCoZrNbTaからなるアモルファス積層膜を成膜した。なお、この第2の軟磁性導電性膜63の材料としては、アモルファス積層膜以外の材料を選択することが可能であり、上述したスパッタリング以外にも、例えばメッキ法や蒸着法等を用いて第2の軟磁性導電性膜63を形成してもよい。

【0088】

そして、第4のレジストパターン61を、この第4のレジストパターン61上に堆積した第2の非磁性導電性膜62及び第2の軟磁性導電性膜63と共に除去する。これにより、第3の非磁性非導電性膜59上に、所定の形状とされた上記上層非磁性導電性層28及び上記上層シールド層29が形成される。なお、図32は、図22中に示す囲み部分Cを拡大して示す概略平面図であり、図33は、図32中に示す線分X₁₅-X₁₅'による概略断面図である。

【0089】

次に、図34及び図35に示すように、この基板50の全面に亘って、スパッタリング等により、例えばAl₂O₃等からなる第4の非磁性非導電性膜64を成膜した後、この基板50上に複数形成された上層シールド層29が露出するまで

研磨する。これにより、基板50と上層シールド層29との間に第4の非磁性非導電性膜64が埋め込まれ、基板50上の上層シールド層29が形成されていない部分との段差が無くなり平坦化される。なお、図34は、図22中に示す囲み部分Cを拡大して示す概略平面図であり、図35は、図34中に示す線分 $X_{16}-X_{16}'$ による概略断面図である。

【0090】

次に、図36及び図37に示すように、この平坦化された基板50上に、上記磁気ギャップ37となる第5の非磁性非導電性膜64をスパッタリング等により成膜する。この第5の非磁性非導電性膜65の材料としては、例えば Al_2O_3 等が好適である。なお、図36は、図22中に示す囲み部分Cを拡大して示す概略平面図であり、図37は、図36中に示す線分 $X_{17}-X_{17}'$ による概略断面図である。

【0091】

次に、図38及び図39に示すように、この第5の非磁性非導電性膜64上に、フォトリソグロフ技術を用いて、硬化させることによりレジスト層を形成し、フォトリソグラフィ技術を用いて、このレジスト層を所定の形状にパターニングする。そして、このパターニングされたレジスト層を用いて、例えばアモルファス積層膜等からなる第3の軟磁性膜66をスパッタリング等により成膜した後、レジスト層をこのレジスト層上に堆積した第3の軟磁性膜66と共に除去する。これにより、第5の非磁性非導電性膜64上に、所定の幅に成形された上記上層コア層38が形成される。また、第5の非磁性非導電性膜67を介して下層コア層38と対向配置されることにより、磁気ギャップ37が形成され、この幅がトラック幅 TW_2 となる。なお、このトラック幅 TW_2 は、システムの要求等に応じて適切な値に設定すればよい。なお、図38は、図22中に示す囲み部分Cを拡大して示す概略平面図であり、図39は、図38中に示す線分 $X_{18}-X_{18}'$ による概略断面図である。

【0092】

次に、図40及び図41に示すように、この基板50の全面に亘って、スパッタリング等により、例えば Al_2O_3 等からなる第6の非磁性非導電性膜67を成

膜した後、この基板 5 0 上に複数形成された上層コア層 3 8 が露出するまで研磨する。これにより、基板 5 0 と上層コア層 3 8 との間に第 6 の非磁性非導電性膜 6 7 が埋め込まれ、基板 5 0 上の上層コア層 3 8 が形成されていない部分との段差が無くなり平坦化される。なお、図 4 0 は、図 2 2 中に示す囲み部分 C を拡大して示す概略平面図であり、図 4 1 は、図 4 0 中に示す線分 $X_{19}-X_{19}'$ による概略断面図である。

【 0 0 9 3 】

次に、図 4 2 に示すように、この平坦化された基板 5 0 上に、薄膜コイル 4 0 、バックヨーク 3 9 及び引き出し導線 3 5 , 4 1 をそれぞれ形成する。

【 0 0 9 4 】

薄膜コイル 4 0 は、下層コア層 2 9 とバックヨーク 3 9 とが当接する部分を中心として、スパッタリング等によりスパイラル状に成膜され、この薄膜コイル 4 0 を覆うように非磁性非導電性膜が成膜される。薄膜コイル 4 0 の材料としては、例えば Cu 等の導電性材料が用いられる。

【 0 0 9 5 】

バックヨーク 3 9 は、上層コア層 3 8 と接合しながら形成されると共に、スパイラル状に形成された薄膜コイル 4 0 の略中心部にて下層コア層 2 9 と当接するように形成される。これにより、下層コア層 2 9 、上層コア層 3 8 及びバックヨーク 3 9 は、インダクティブ型薄膜ヘッド 2 2 の磁気コアを構成することとなる。

【 0 0 9 6 】

引き出し導線 3 5 , 4 1 としては、下層シールド層 2 4 及び上層シールド層 2 9 とそれぞれ電氣的に接続される引き出し導線 3 5 a , 3 5 b と、薄膜コイル 4 0 の内周側の端部及び外周側の端部とそれぞれ電氣的に接続される引き出し導電線 4 1 a , 4 1 b とが形成される。具体的には、フォトリソグラフィ技術を用いて所定の形状にパターンニングされたフォトレジストをマスクとしてエッチングを行い、これら下層シールド層 2 4 及び上層シールド層 2 9 、並びに、薄膜コイル 4 0 の内周側端部及び外周側の端部と当接される部分が露出する端子溝を形成する。そして、このフォトレジストを残したまま、例えば、硫酸銅溶液を用いた電

解メッキにより、膜厚 $6\ \mu\text{m}$ 程度の Cu からなる導電膜を成膜した後、フォトレジストを、このフォトレジスト上に堆積した導電膜と共に除去する。これにより、下層シールド層 24 及び上層シールド層 29、並びに、薄膜コイル 40 の内周側端部及び外周側の端部と端子溝に埋め込まれた導電膜とが電氣的に接続される。そして、この端子溝に埋め込まれた導電膜と接合されるように、例えば、硫酸銅溶液を用いた電解メッキにより、所定の形状とされた Cu からなる導電膜を成膜する。これにより、図 42 に示すような引き出し導線 35a, 35b, 41a, 41b がそれぞれ形成される。なお、この導電膜の形成方法は、他の膜に影響を与えないものであれば、電解メッキ以外の方法であってもよい。

【0097】

次に、図 43 に示すように、これら引き出し導線 35, 41 の端部上に、それぞれ外部接続用端子 36, 42 を形成する。この外部接続用端子 36, 42 としては、引き出し導線 35a, 35b とそれぞれ電氣的に接続される外部接続用端子 36a, 36b と、引き出し導線 41a, 41b とそれぞれ電氣的に接続される外部接続用端子 42a, 42b とが形成される。具体的には、フォトリソグラフィ技術を用いて所定の形状にパターニングされたフォトレジストを用いて、例えばスパッタリングや電解メッキ等により、金 (Au) からなる導電膜を成膜した後、フォトレジストを、このフォトレジスト上に堆積した導電膜と共に除去する。これにより、図 43 に示すような外部接続用端子 36a, 36b, 42a, 42b がそれぞれ形成される。

【0098】

次に、図 44 に示すように、基板 50 の全面に亘って、スパッタリング等により、例えば Al_2O_3 等からなる保護膜 68 を成膜した後、この基板 50 上に形成された外部接続用端子 36, 42 が露出するまで研磨する。具体的には、例えば、スパッタリングによって Al_2O_3 からなる保護膜 68 を $4\ \mu\text{m}$ 程度の膜厚となるように成膜する。なお、この保護膜 68 の材料としては、非磁性非導電性の材料であれば Al_2O_3 以外も使用可能であるが、耐環境性や耐摩耗性を考慮すると、 Al_2O_3 が好適である。また、この保護膜 68 は、スパッタリング以外の方法によって形成してもよく、例えば、蒸着法等によって形成してもよい。そして、

外部接続用端子 3 6, 4 2 が表面に露出するまで研磨する。この研磨工程においては、例えば、粒径が約 $2 \mu\text{m}$ のダイヤモンド砥粒によって、外部接続用端子 3 6, 4 2 の表面が露出するまで研磨する。そして、シリコン砥粒によってバフ研磨を施して、表面を鏡面状態に仕上げる。これにより、最終的に磁気ヘッド 2 0 となる複数のヘッド素子 6 9 が形成された基板 5 0 が得られる。

【 0 0 9 9 】

次に、図 4 5 に示すように、複数のヘッド素子 6 9 が複数形成された基板 5 0 を短冊状に切り分けることにより、横方向に磁気ヘッド 2 0 となるヘッド素子 6 9 が並ぶ棒状のヘッドブロック 7 0 を形成する。

【 0 1 0 0 】

次に、定盤を用いて研磨加工によりヘッド素子 6 9 の高さを調節すると共に、ヘッドスライダ 4 の空気潤滑面を形成するための溝加工及びテーパ加工等を実施した後、個々のヘッドチップにそれぞれ分割する。これにより、図 4 6 に示すような磁気ヘッド 2 0 を搭載する複数のヘッドスライダ 4 が作製される。

【 0 1 0 1 】

以上のように作製されたヘッドスライダ 4 を使用する際は、このヘッドスライダ 4 をサスペンション 1 2 の先端部に取り付けると共に、このサスペンション 1 2 側に設けられた配線端子と、磁気ヘッド 2 0 の外部接続用端子 3 6, 4 2 とを金 (Au) 等からなる導線を用いてワイヤーボンディング等により電氣的に接続する。これにより、磁気ヘッド 2 0 は、外部回路との接触が可能となる。そして、このヘッドスライダ 4 は、サスペンション 1 2 に搭載された状態で、図 1 に示すようなハードディスクドライブ装置に実装されることとなる。

【 0 1 0 2 】

以上のように、本手法では、下層シールド層 2 4 となる第 1 の軟磁性導電性膜 5 1 上に良好な面粗度を得られる非磁性非導電性層 2 5 となる金属磁性膜を形成し、この平滑性の優れた金属酸化膜の直上に位置して TMR 素子 2 7 となる磁気トンネル接合膜 3 4 を形成することから、この TMR 素子 2 7 の磁気抵抗比が低下してしまうのを防ぐことができ、歩留りの向上した高品質の TMR ヘッドを容易に作製することができる。

【0103】

ここで、本例では、上述した非磁性非導電性層25となる金属酸化膜として、アルミナ膜(Al_2O_3)を用いたが、この Al_2O_3 膜の他に、TMR素子27の直下に位置する面として、Al膜、Cu膜、Pt膜を成膜し、それぞれ成膜後に機械化学的研磨した場合の表面粗さ(この場合、中心線平均粗さRaをいう。)と、このTMR素子の磁気抵抗比との関係について測定した結果を図47に示す。なお、ここでは、TMR素子の接合面積を $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ とした。

【0104】

図47から明らかなように、Al膜を使用した場合には、表面粗さRaが0.5nm以下となるまで、TMR素子からの磁気抵抗比が得られないことがわかる。これは、TMR素子となる磁気トンネル接合膜において、一对の磁性層の間で絶縁層が破断し、この一对の磁性層同士の接触による電氣的な短絡が生じたためと考えられる。この場合、Al膜の表面粗さは、0.3nm程度までが限界であり、磁気抵抗比も他と比べて小さいことがわかる。

【0105】

それに対して、 Al_2O_3 膜を使用した場合には、他のCu膜、Pt膜と比べても表面粗さRaを極めて小さくすることができ、それに伴って磁気抵抗比も高くなっていることがわかる。

【0106】

このように、非磁性非導電性層25となる金属酸化膜として、アルミナ膜(Al_2O_3)を用いることは、この金属酸化膜の直上に形成されるTMR素子27の磁気抵抗比を向上させる上で大変有効であることがわかる。

【0107】

次に、非磁性非導電性層25となる金属酸化膜として、アルミナ膜(Al_2O_3)を用いた場合の研磨膜厚と表面粗さRaとの関係について測定した結果を図48に示す。なお、ここでは、機械化学的研磨に用いる砥粒として、フジミインコーポレーテッド社製のGRANZOX3700を使用した。

【0108】

図48から明らかなように、この金属酸化膜に対しては、10nm以上の機械

化学的研磨を行えば、表面粗さ R_a が飽和することがわかる。このことから、金属酸化膜の膜厚は、 10 nm 以上とすればよい。一方、金属酸化膜の膜厚の上限は、実際に作製されるシールド型 TMR ヘッドの再生ギャップ長によって決定されるものであり、この再生ギャップ長の半分程度であり、具体的には最大で 80 nm 程度である。

【0109】

ここで、上述した Al_2O_3 膜、 Al 膜、 Cu 膜、 Pt 膜について、それぞれ成膜後に機械化学的研磨した場合の膜厚と表面粗さ R_a との関係について測定した結果を図 49 に示す。

【0110】

図 49 から明らかなように、 Al 膜を使用した場合には、膜厚が厚くなるに従って、表面粗さ R_a が急激に上昇し、他と比べて表面粗さ R_a が悪化してしまうことがわかる。

【0111】

それに対して、 Al_2O_3 膜を使用した場合には、膜厚による表面粗さ R_a のばらつきがなく、極めて良好な表面粗さ R_a を有していることがわかる。また、 Al_2O_3 膜は、他の Cu 膜、 Pt 膜と比べても表面粗さ R_a を極めて小さくすることができ、上述した金属酸化膜の膜厚の上限である 80 nm 程度の膜厚であっても、良好な表面粗さ R_a を得ることができる。

【0112】

なお、この金属酸化膜の幅は、TMR ヘッド 21 の媒体対向面 4a から見たときに、上述した下層シールド層 24 の半分程度からトラック幅 T_w1 の 3 倍程度となることが好ましい。

【0113】

なお、上述の説明では、本発明を適用した TMR ヘッドとして、一対の磁気シールド層の間にギャップ層を介して TMR 素子が配されてなる、いわゆるシールド型 TMR ヘッドについて説明したが、例えば、図 50 に示すように、高耐候性や低ノイズ化のために、一対の磁気シールド層 100、101 の間にギャップ層を介して TMR 素子 102 を挟み込み、磁気記録媒体からの磁束を TMR 素子 1

02へと導くとともに、このTMR素子102を非露出型とした、いわゆるヨーク型TMRヘッドであってもよく、この場合も、一对の磁気シールド層100、101に外部接続用端子103、104がそれぞれ接続され、この一对の磁気シールド層100、101が電極としての機能を果たすことにより、一对の磁気シールド層100、101とTMR素子102との挟ギャップ化を実現可能としている。

【0114】

なお、上述の説明では、再生ヘッド部としてTMRヘッド21と、記録ヘッド部としてインダクティブ型薄膜ヘッド22とを組み合わせた複合型の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、本発明は、TMRヘッドのみの構成とした場合にも適用可能なことはもちろんである。

【0115】

なお、本発明を適用したTMRヘッドは、ハードディスクドライブ装置に搭載されるものに限定されるものではなく、磁気記録の分野において広く適用可能であり、例えば、記録媒体としてフレキシブルディスクを用いる磁気ディスクドライブ装置や、記録媒体として磁気テープを用いる磁気テープドライブ装置等にも適用可能である。

【0116】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明に係る磁気トンネル効果型磁気ヘッドでは、下層シールド層となる第1の軟磁性導電性膜上に形成された金属酸化膜の表面が良好な面粗度を有しており、この平滑性の優れた金属酸化膜の直上に位置して磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜が形成されていることから、この磁気トンネル接合素子の磁気抵抗比が低下してしまうのを防ぐことができる。したがって、この磁気トンネル効果型磁気ヘッドよれば、安定した再生出力を得ることが可能であり、高い磁気抵抗比を得ることが可能なことから、磁気記録媒体のさらなる高密度化に対応することが可能である。

【0117】

また、本発明に係る磁気トンネル効果型磁気ヘッドの製造方法では、下層シ-

ルド層となる第 1 の軟磁性導電性膜上に良好な面粗度が得られる金属磁性膜を形成し、この平滑性の優れた金属酸化膜の直上に位置して磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜を形成することから、この磁気トンネル接合素子の磁気抵抗比が低下してしまうのを防ぐことができる。したがって、本手法によれば、歩留りの向上した高品質の磁気トンネル効果型磁気ヘッドを容易に作製することが可能となり、生産性を大幅に向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

ハードディスクドライブ装置の一例を示す概略斜視図である。

【図 2】

ヘッドスライダの構成を示す概略斜視図である。

【図 3】

磁気ヘッドを媒体対向面側から見た要部端面図である。

【図 4】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板上に第 1 の軟磁性導電性膜を成膜した状態を示す概略平面図である。

【図 5】

図 4 中に示す線分 $X_1 - X_1'$ による概略断面図である。

【図 6】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、第 1 の軟磁性導電性膜上に第 1 のレジストパターンを形成した状態を示す概略平面図である。

【図 7】

図 6 中に示す線分 $X_2 - X_2'$ による概略断面図である。

【図 8】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板上に下層シールド層を形成した状態を示す概略平面図である。

【図 9】

図 8 中に示す線分 $X_3 - X_3'$ による概略断面図である。

【図 10】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板上に第 1 の非磁性非導電性膜を成膜し、下層シールド層の表面が露呈するまで研磨した状態を示す概略平面図である。

【図 1 1】

図 1 0 中に示す線分 $X_4 - X_4'$ による概略断面図である。

【図 1 2】 ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、平坦化された基板上に非磁性非導電性層を形成した状態を示す概略平面図である。

【図 1 3】

図 1 2 中に示す線分 $X_5 - X_5'$ による概略断面図である。

【図 1 4】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板上に第 1 の非磁性導電性膜を成膜した状態を示す概略平面図である。

【図 1 5】

図 1 4 中に示す線分 $X_6 - X_6'$ による概略断面図である。

【図 1 6】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、第 1 の非磁性導電性膜上に磁気トンネル接合用膜を成膜した状態を示す概略平面図である。

【図 1 7】

図 1 6 中に示す線分 $X_7 - X_7'$ による概略断面図である。

【図 1 8】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、磁気トンネル接合用膜上に第 2 のレジストパターンを形成した状態を示す概略平面図である。

【図 1 9】

図 1 8 中に示す線分 $X_8 - X_8'$ による概略断面図である。

【図 2 0】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、下層シールド層上に下層非磁性導電性層及び磁気トンネル接合膜を形成した状態を示す概略平面図である。

【図 2 1】

図 2 0 中に示す線分 $X_9 - X_9'$ による概略断面図である。

【図 2 2】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板上に第 2 の非磁性非導電性膜を成膜し、磁気トンネル接合膜の表面が露呈するまで研磨した状態を示す概略平面図である。

【図 2 3】

図 2 2 中に示す線分 $X_{10}-X_{10}'$ による概略断面図である。

【図 2 4】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、磁気トンネル接合膜のうち TMR 素子の感磁部となる部分の周囲に溝部を形成した状態を示す概略平面図である。

【図 2 5】

図 2 4 中に示す線分 $X_{11}-X_{11}'$ による概略断面図である。

【図 2 6】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、TMR 素子の感磁部の直上に位置して第 3 のレジストパターンを形成した状態を示す概略平面図である。

【図 2 7】

図 2 6 中に示す線分 $X_{12}-X_{12}'$ による概略断面図である。

【図 2 8】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、TMR 素子の感磁部の直上にコンタクトホールを有する第 3 の非磁性非導電性膜を形成した状態を示す概略平面図である。

【図 2 9】

図 2 8 中に示す線分 $X_{13}-X_{13}'$ による概略断面図である。

【図 3 0】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、第 3 の非磁性非導電性膜上に第 4 のレジストパターンを形成した状態を示す概略平面図である。

【図 3 1】

図 3 0 中に示す線分 $X_{14}-X_{14}'$ による概略断面図である。

【図 3 2】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、第 3 の非磁性非導電性膜上に上層

非磁性導電性層及び上層シールド層を形成した状態を示す概略平面図である。

【図 3 3】

図 3 2 中に示す線分 $X_{15}-X_{15}'$ による概略断面図である。

【図 3 4】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板上に第 4 の非磁性非導電性膜を成膜し、上層シールド層の表面が露呈するまで研磨した状態を示す概略平面図である。

【図 3 5】

図 3 4 中に示す線分 $X_{16}-X_{16}'$ による概略断面図である。

【図 3 6】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、平坦化された基板上に第 5 の非磁性非導電性膜を成膜した状態を示す概略平面図である。

【図 3 7】

図 3 6 中に示す線分 $X_{17}-X_{17}'$ による概略断面図である。

【図 3 8】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、第 5 の非磁性非導電性膜上に上層コア層を形成した状態を示す概略平面図である。

【図 3 9】

図 3 8 中に示す線分 $X_{18}-X_{18}'$ による概略断面図である。

【図 4 0】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板上に第 6 の非磁性非導電性膜を成膜し、上層コア層の表面が露呈するまで研磨した状態を示す概略平面図である。

【図 4 1】

図 4 0 中に示す線分 $X_{19}-X_{19}'$ による概略断面図である。

【図 4 2】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、平坦化された基板上に薄膜コイル、バックヨーク及び引き出し導線をそれぞれ形成した状態を示す概略平面図である。

【図 4 3】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、引き出し導線の端部上にそれぞれ外部接続用端子を形成した状態を示す概略平面図である。

【図 4 4】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板上に保護膜を成膜し、外部接続用端子の表面が露呈するまで研磨した状態を示す概略断面図である。

【図 4 5】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、基板を短冊状に切り分けることにより、棒状のヘッドブロックを複数形成した状態を示す概略平面図である。

【図 4 6】

ヘッドスライダの製造工程を示す図であり、ヘッドブロックを個々のヘッドチップに分割することによりヘッドスライダが複数作製された状態を示す概略斜視図である。

【図 4 7】

表面粗さと磁気抵抗比との関係を示す特性図である。

【図 4 8】

研磨膜厚と表面粗さ R_a との関係を示す特性図である。

【図 4 9】

膜厚と表面粗さ R_a との関係を示す特性図である。

【図 5 0】

ヨーク型 TMR ヘッドの一例を示す概略斜視図である。

【符号の説明】

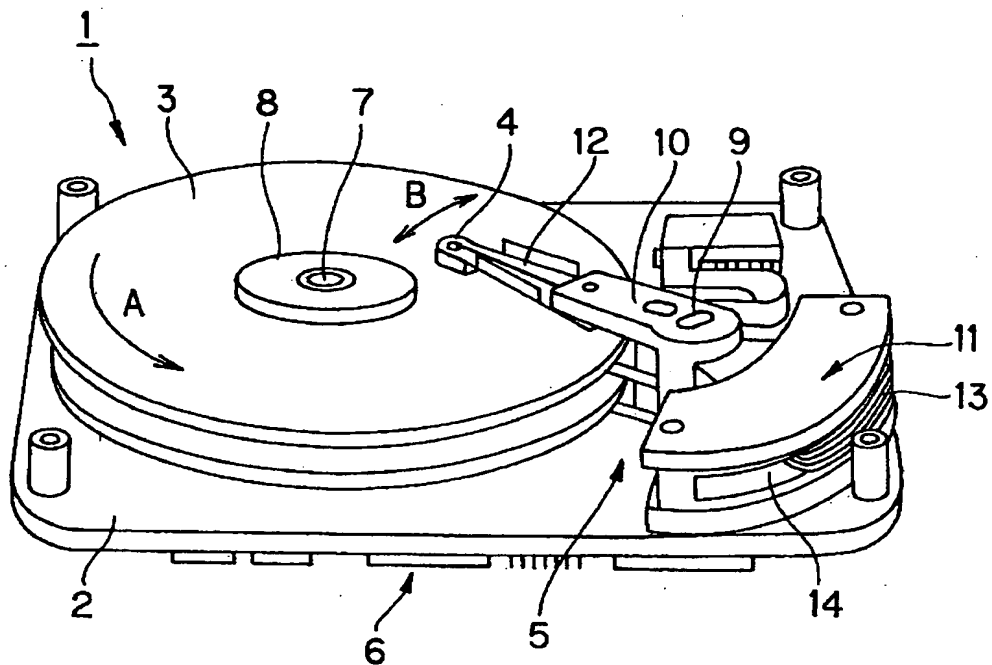
3 磁気ディスク、4 ヘッドスライダ、20 磁気ヘッド、21 TMR ヘッド、22 インダクティブ型薄膜ヘッド、23 基板、24 下層シールド層、25 非磁性非導電性層（金属酸化膜）、26 下層非磁性導電性層、27 TMR 素子、28 上層非磁性導電性層、29 上層シールド層（下層コア層）、30 非磁性非導電性材料、31 磁化固定層、32 磁化自由層、33 トンネル障壁層、34 磁気トンネル接合膜、35、41 引き出し導線、36、42 外部接続用端子、37 磁気ギャップ、38 上層コア層、39 バック

ヨーク、40 薄膜コイル、50 基板、51 第1の軟磁性導電性膜、53
第1の非磁性非導電性膜、54 第1の非磁性導電性膜、55 磁気トンネル接
合用膜、57 第2の非磁性非導電性膜、59 第3の非磁性非導電性膜、60
コンタクトホール、62 第2の非磁性導電性膜、63 第2の軟磁性導電性
膜、64 第4の非磁性非導電性膜、65 第5の非磁性非導電性膜、66 第
3の軟磁性膜、67 第6の非磁性非導電性膜、68 保護膜、69 ヘッド素
子、70 ヘッドブロック

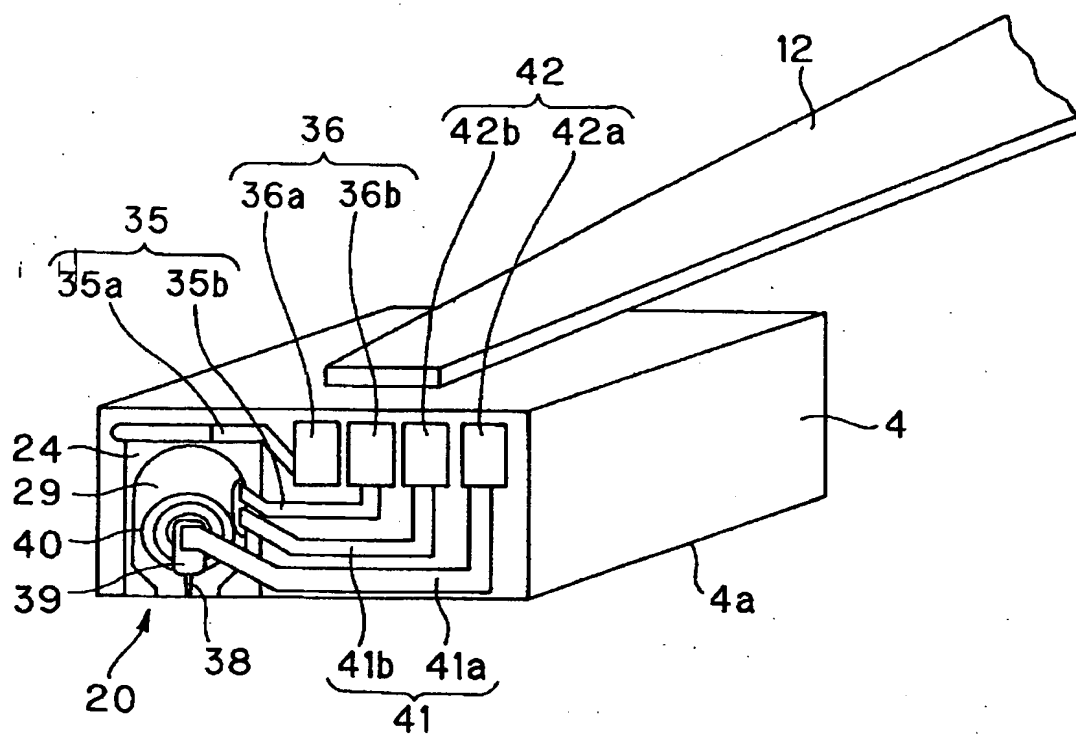
【書類名】

図面

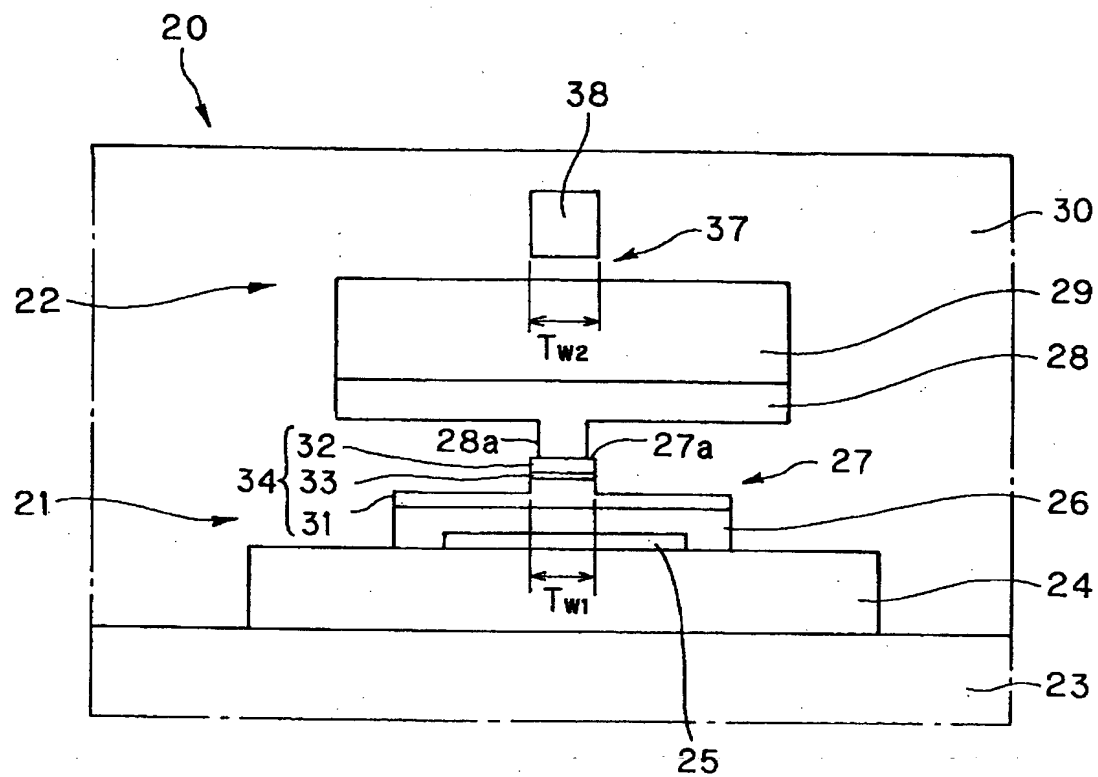
【図1】



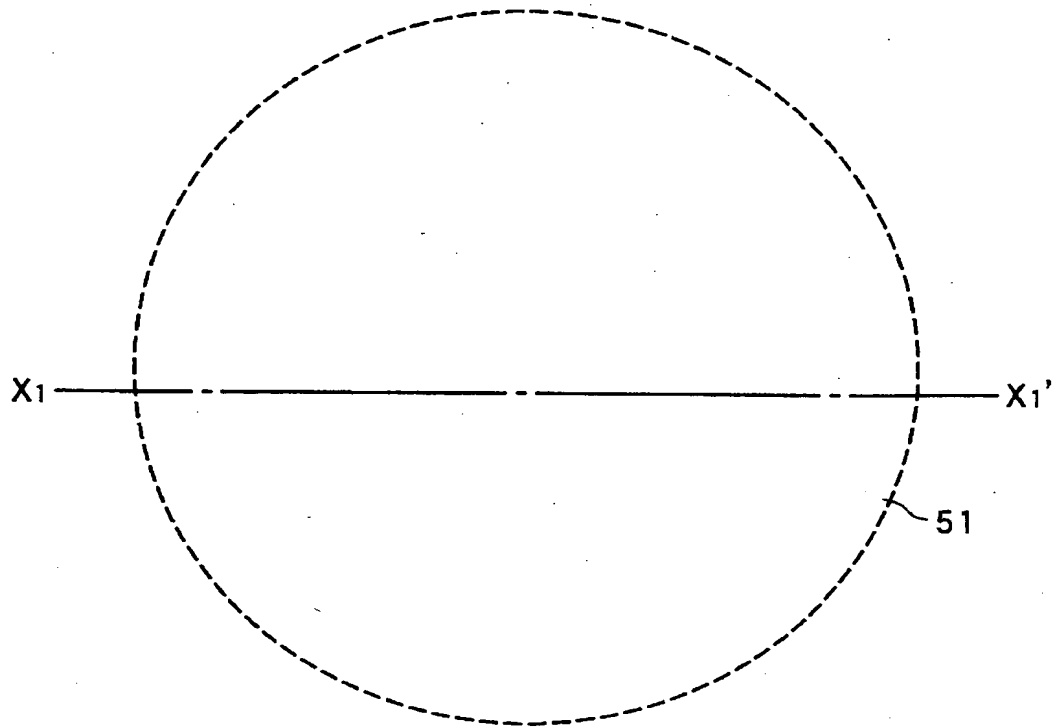
【図 2】



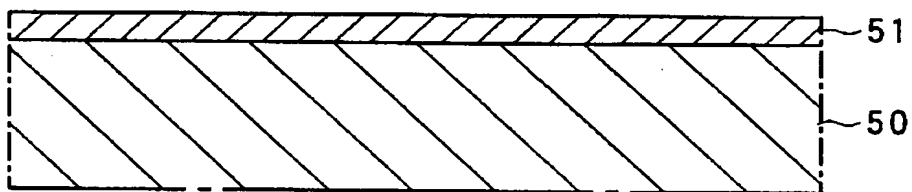
【図 3】



【図 4】

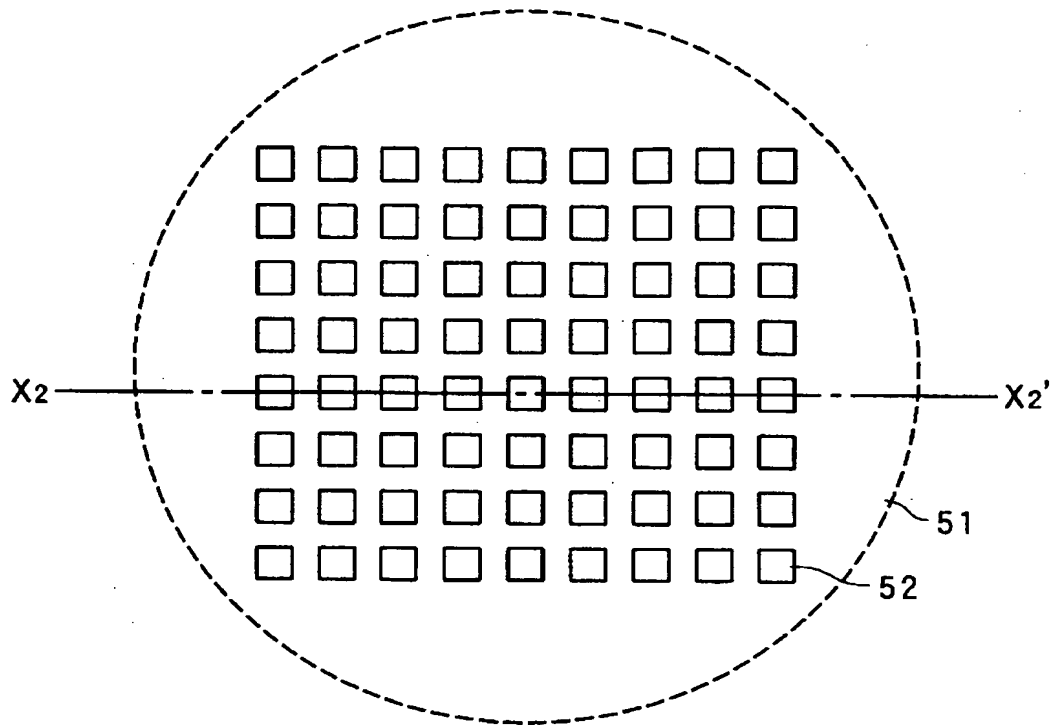


【図 5】

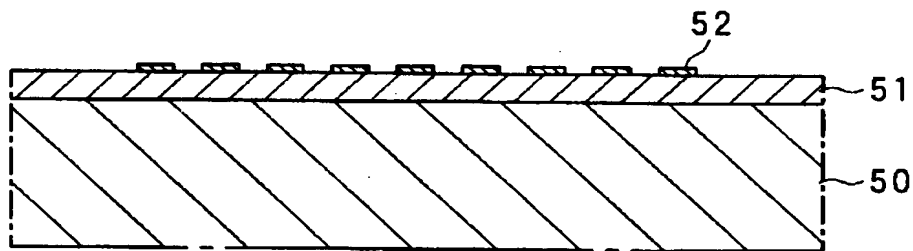


$X_1 - X_1'$ 断面図

【図6】

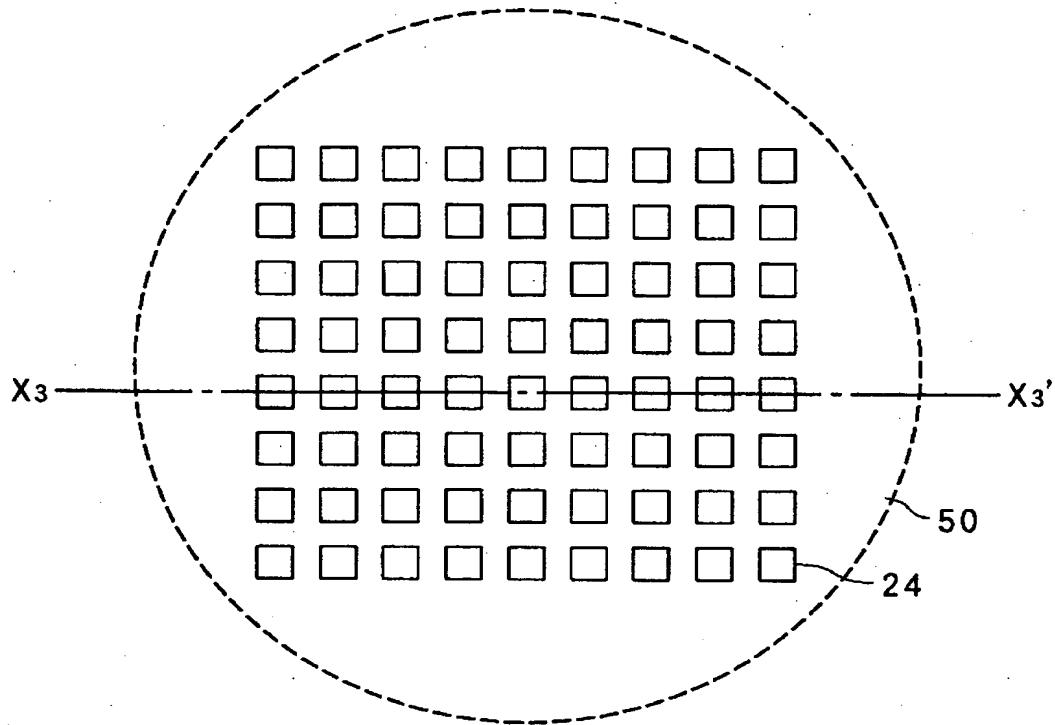


【図7】

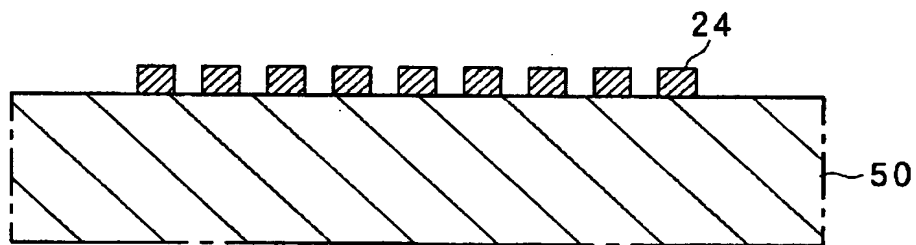


$X_2 - X_2'$ 断面図

【図 8】

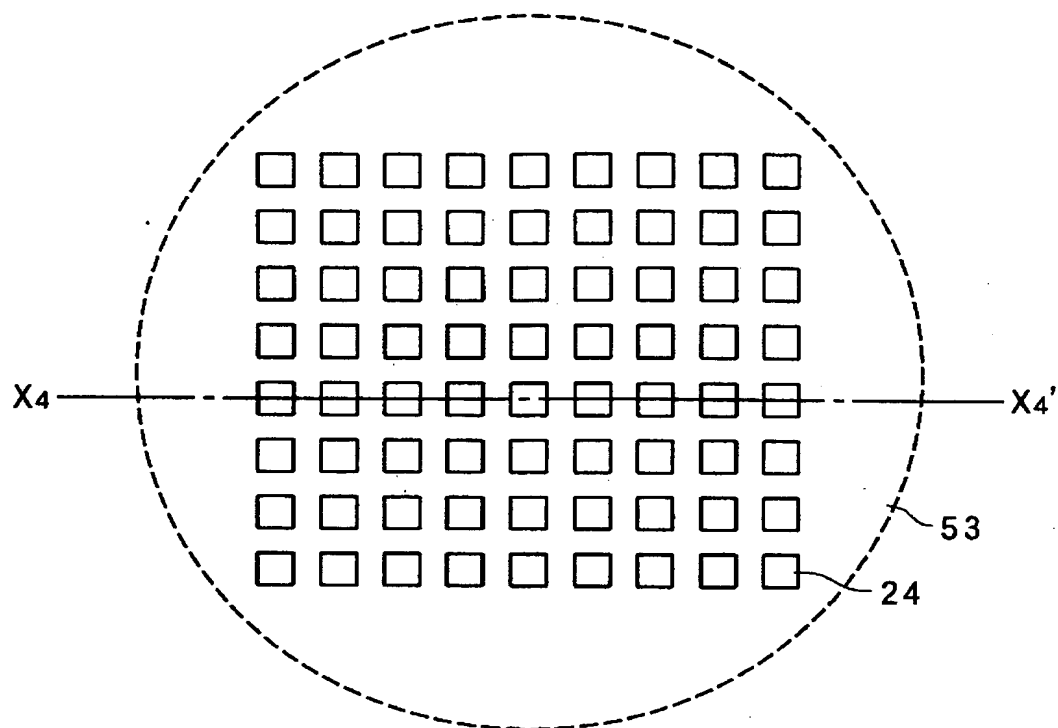


【図 9】

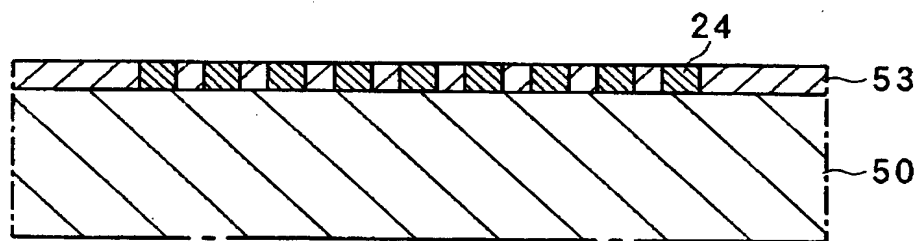


X3 - X3' 断面図

【図 10】

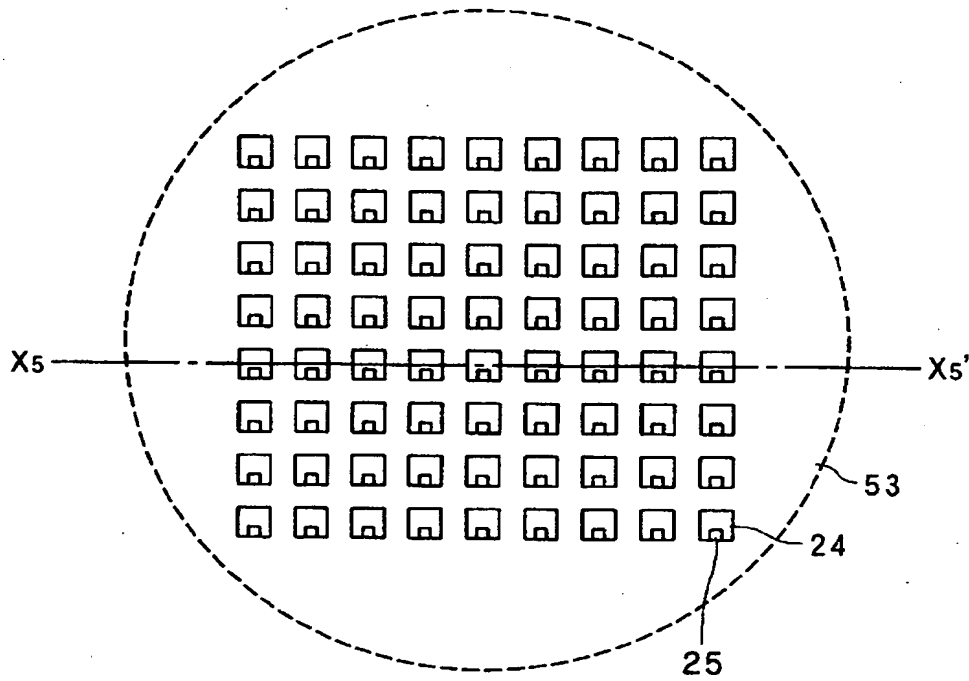


【図 11】

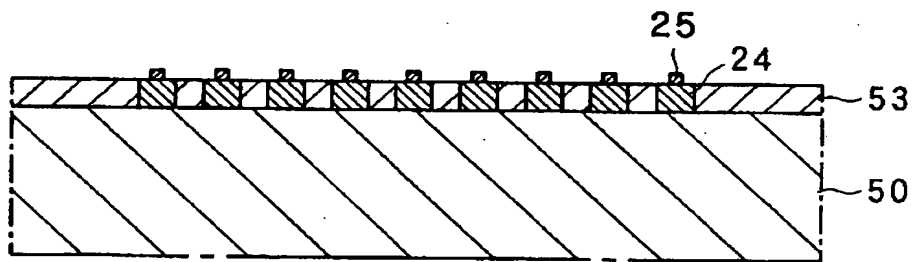


X4 - X4' 断面図

【図12】

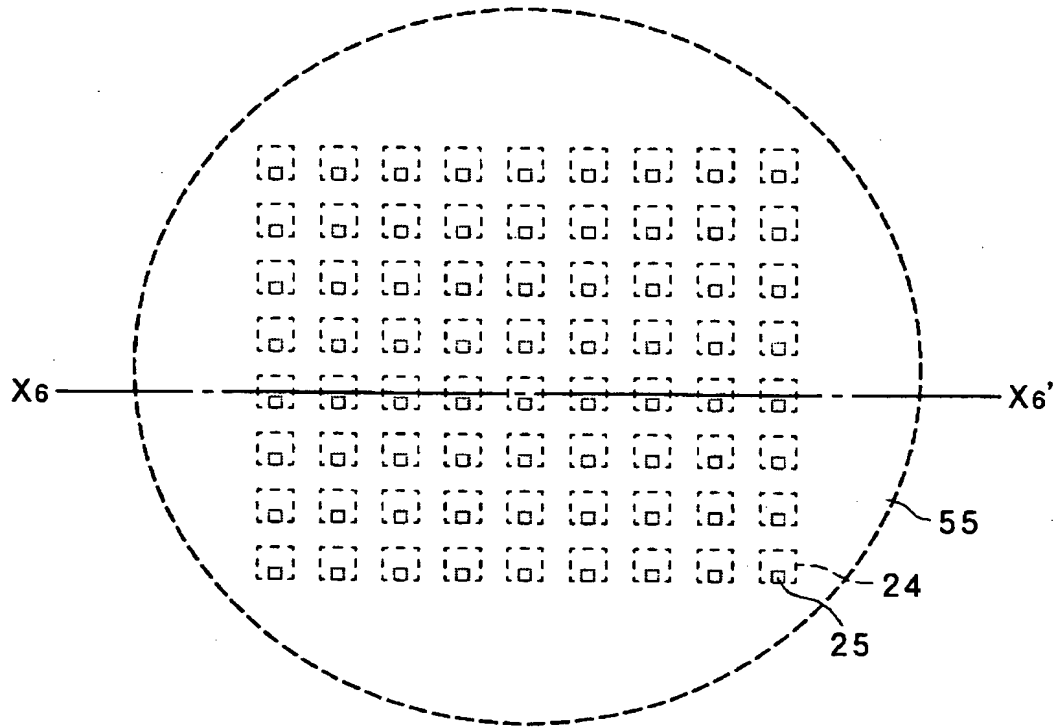


【図13】

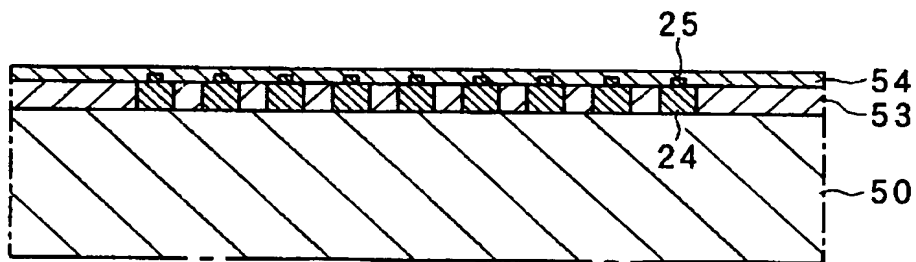


X5 - X5' 断面図

【図 14】

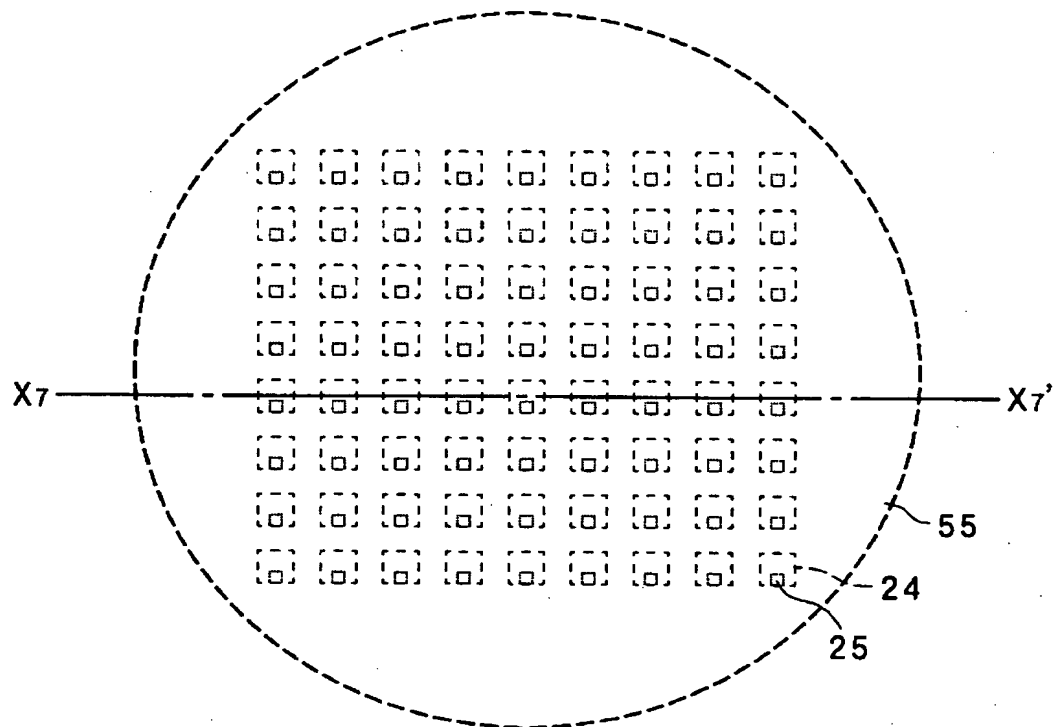


【図 15】

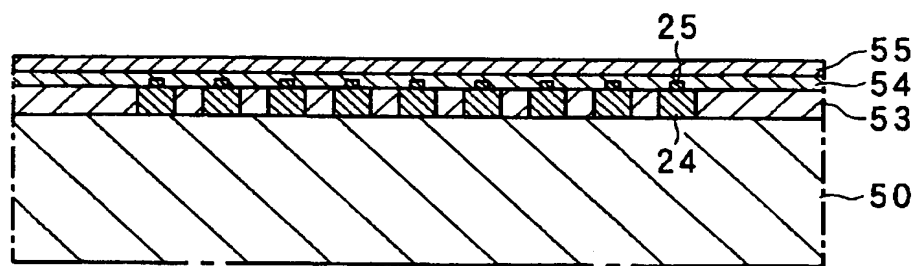


X6 - X6' 断面図

【図 16】

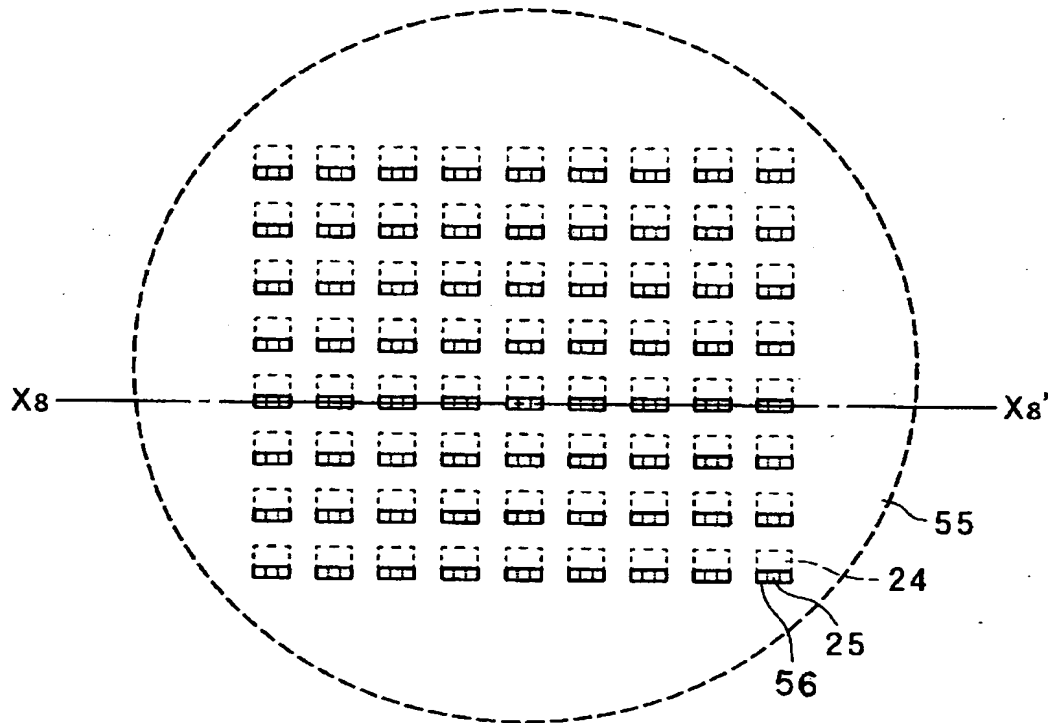


【図 17】

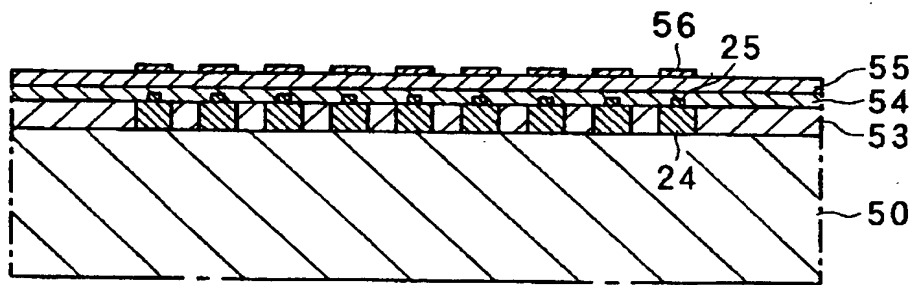


X7 - X7' 断面図

【図 18】

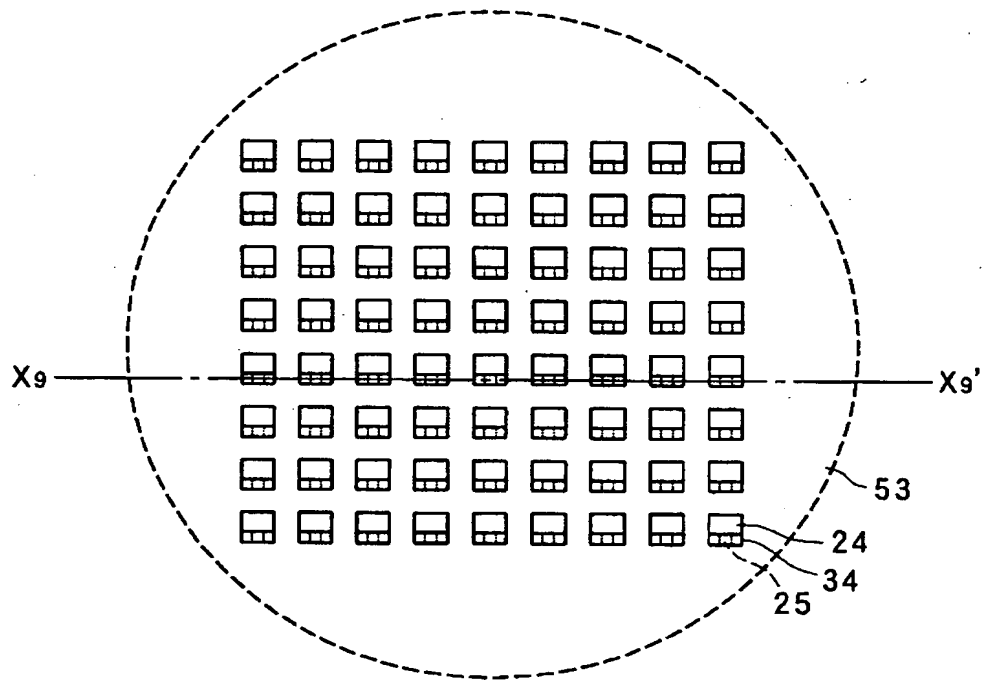


【図 19】

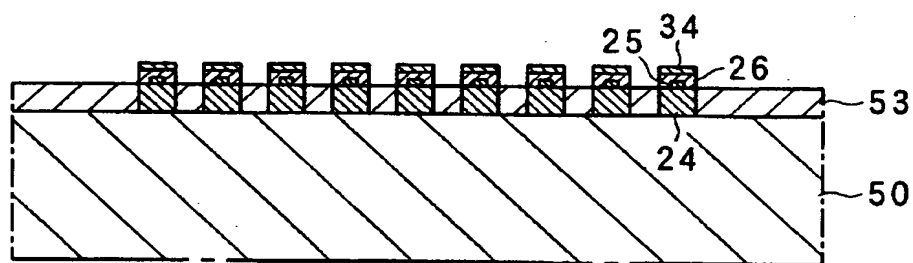


X8 - X8' 断面図

【図 2 0】

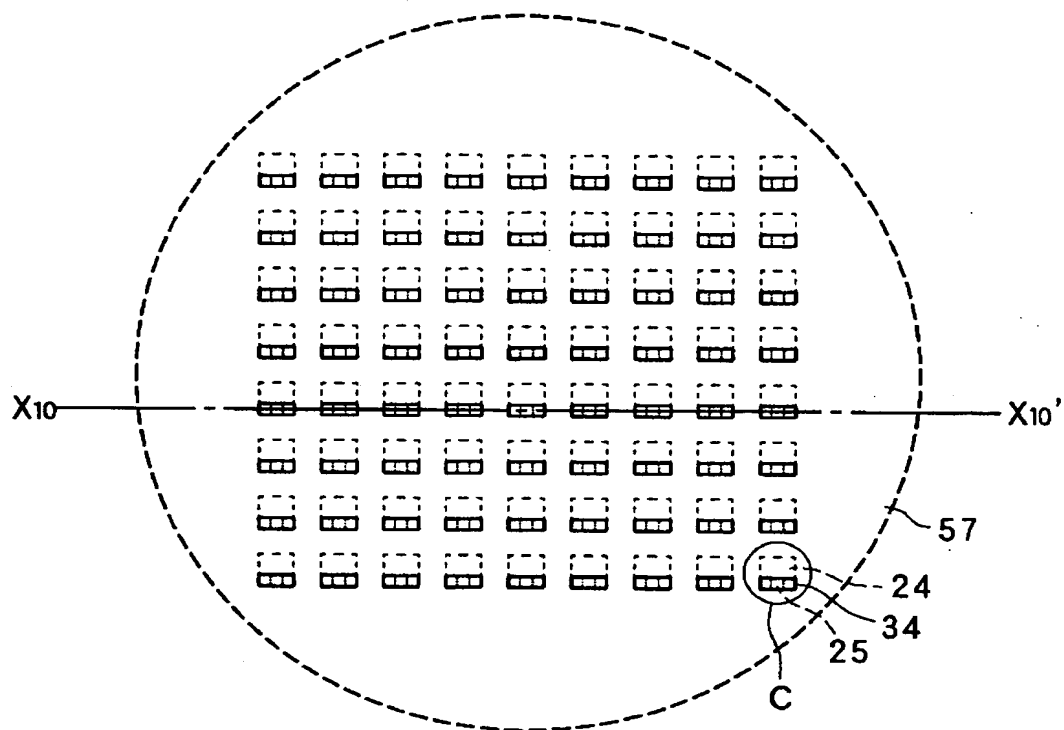


【図 2 1】

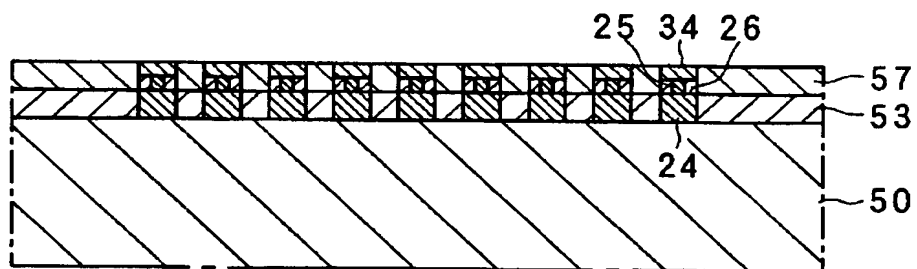


X9 - X9' 断面図

【図 22】

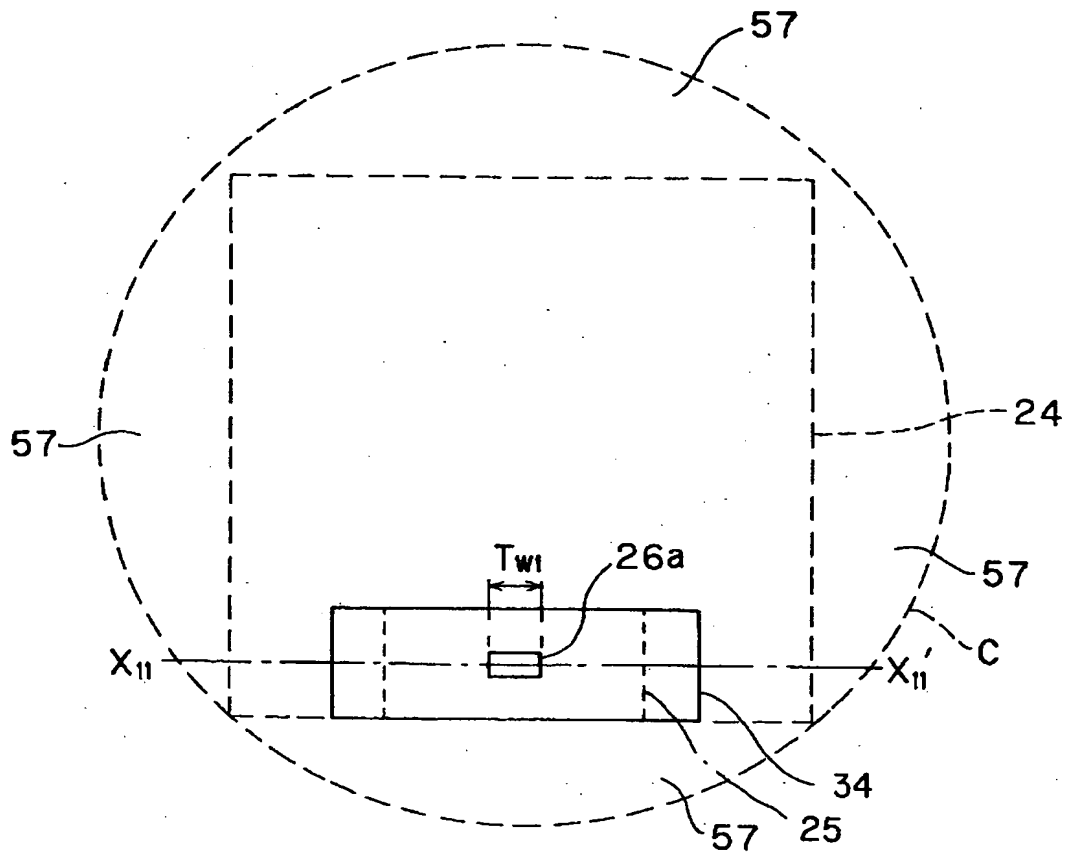


【図 23】

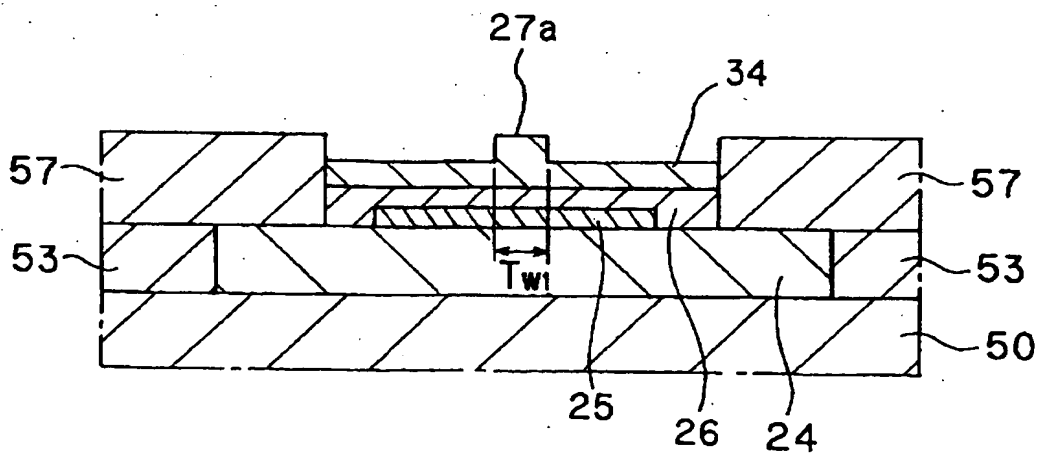


X10 - X10' 断面図

【図 24】

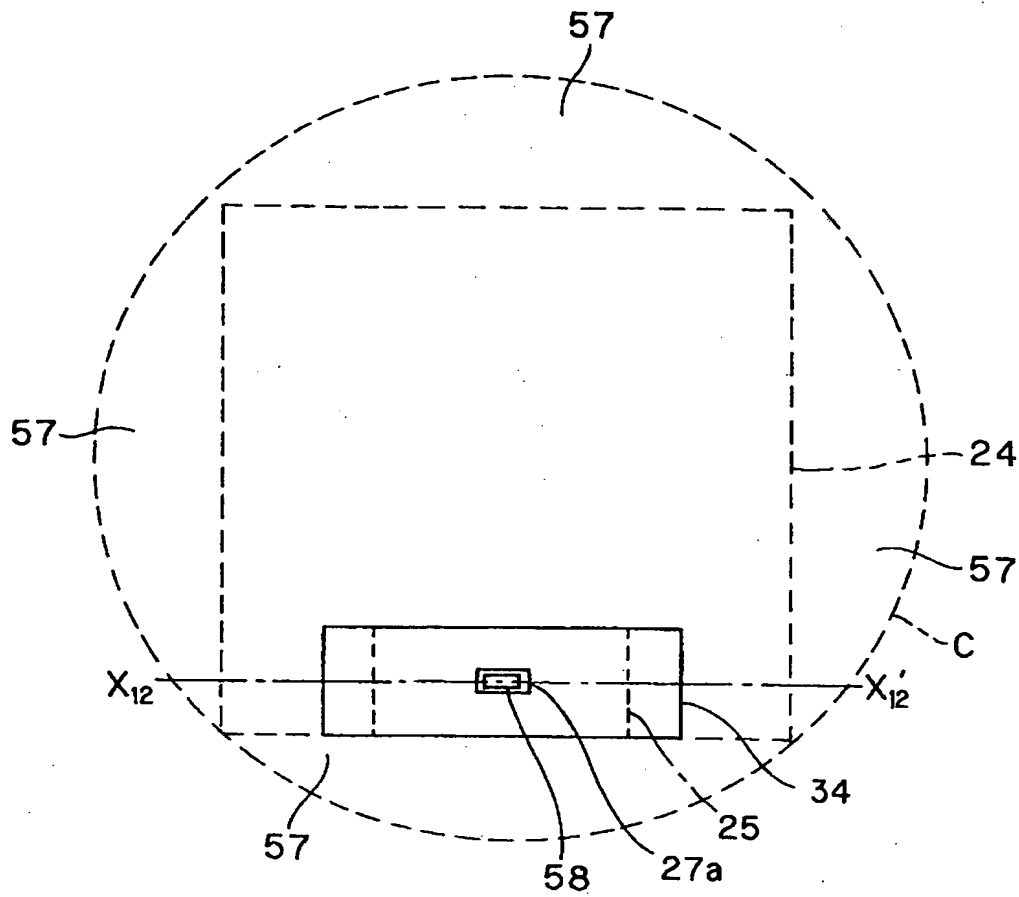


【図 25】

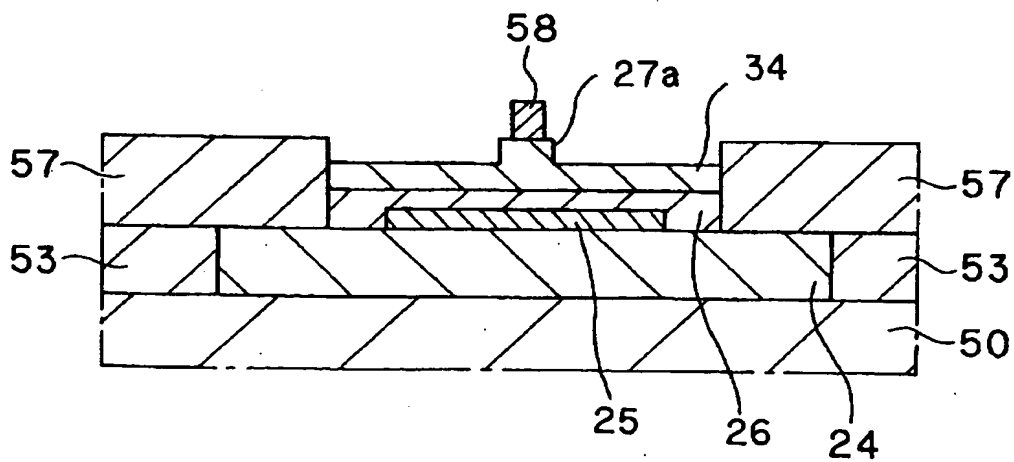


X₁₁-X₁₁' 断面図

【図 26】

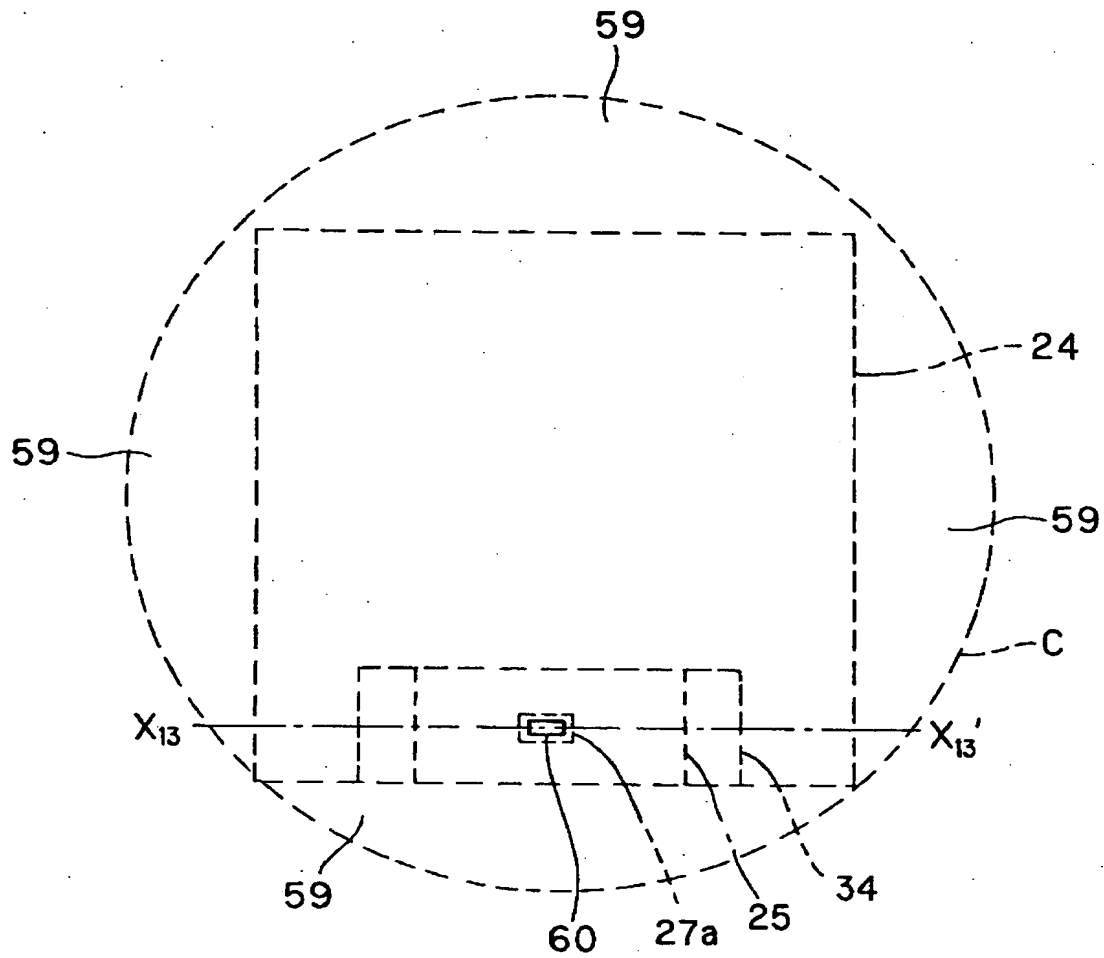


【図 27】

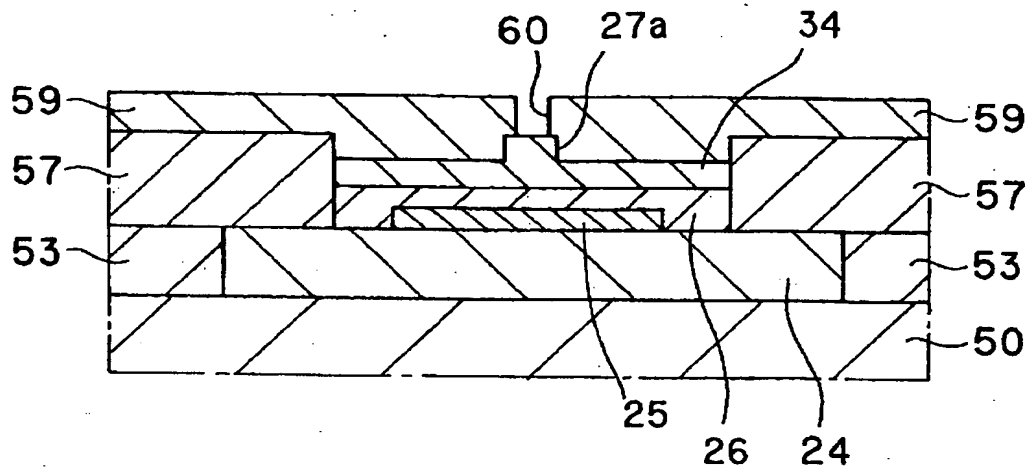


$X_{12}-X_{12}'$ 断面図

【図 28】

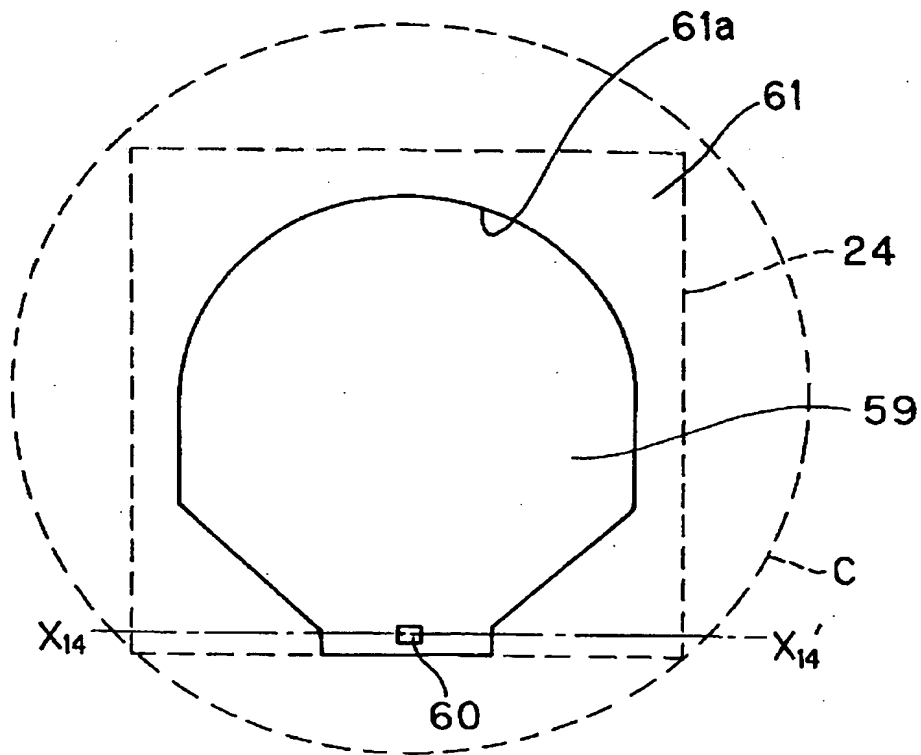


【図 29】

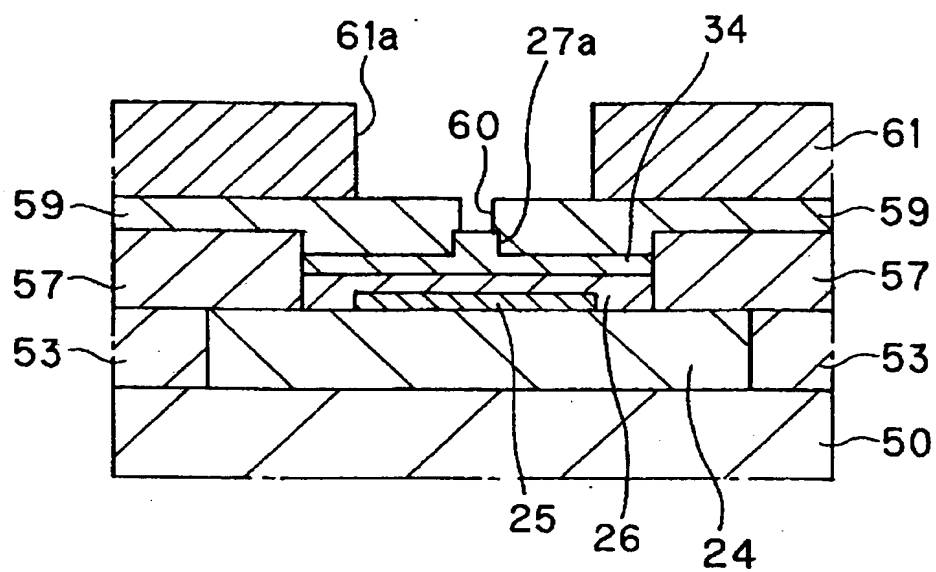


X₁₃-X₁₃' 断面図

【図 30】

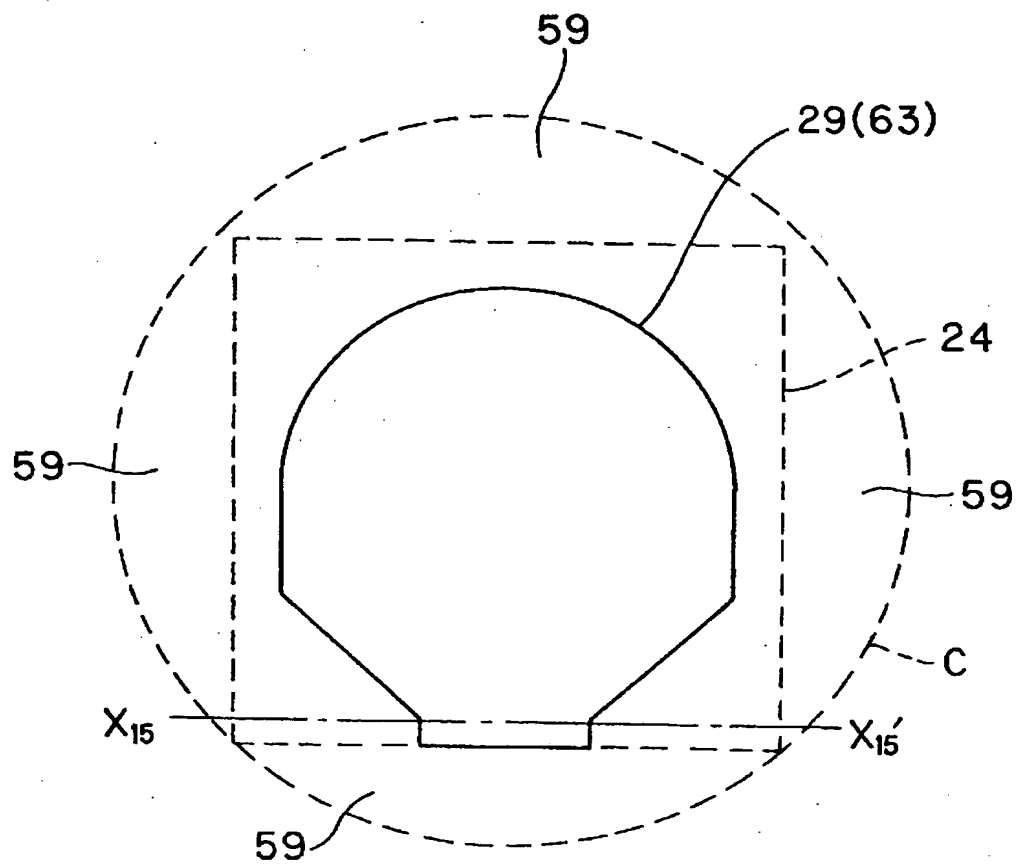


【図 31】

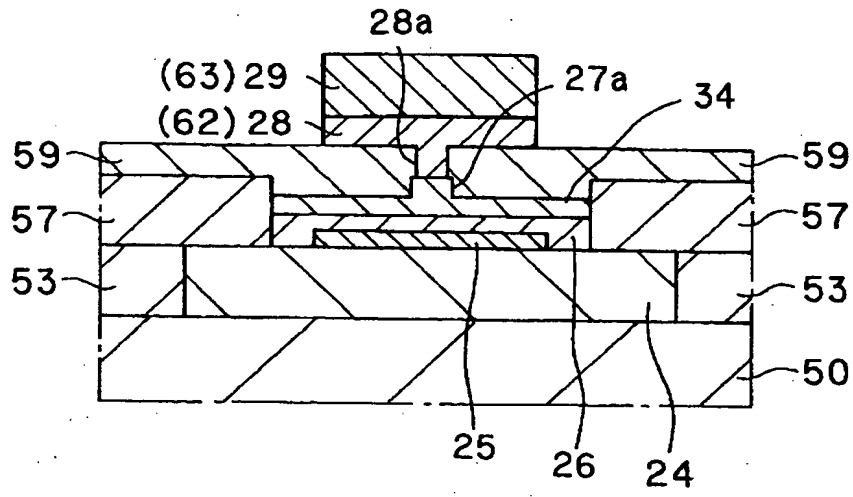


X₁₄-X_{14'} 断面図

【図 3 2】

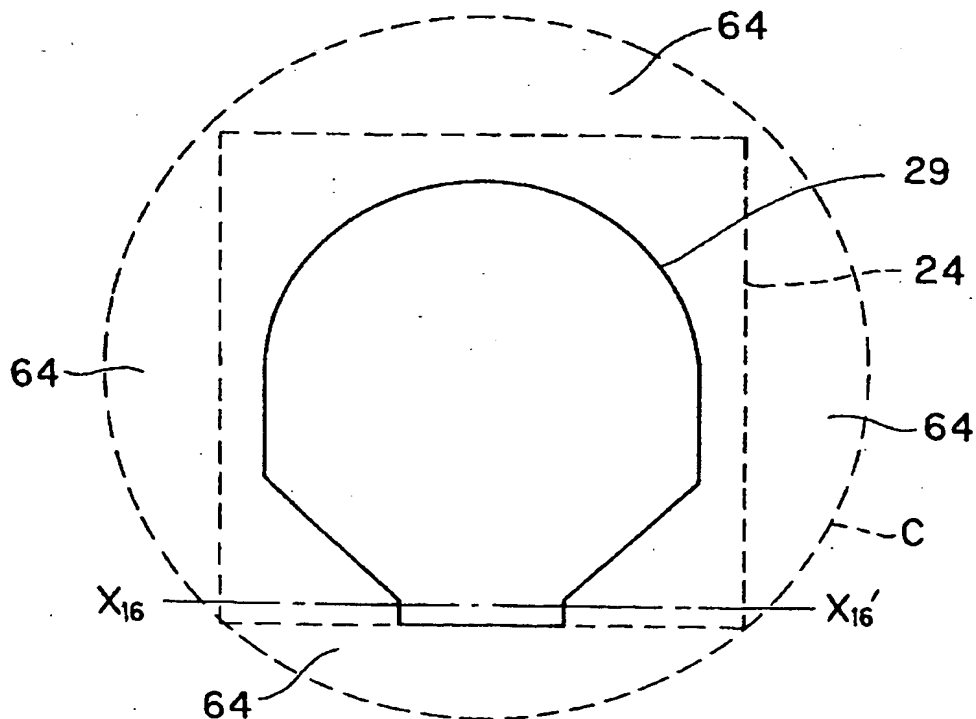


【図 3 3】

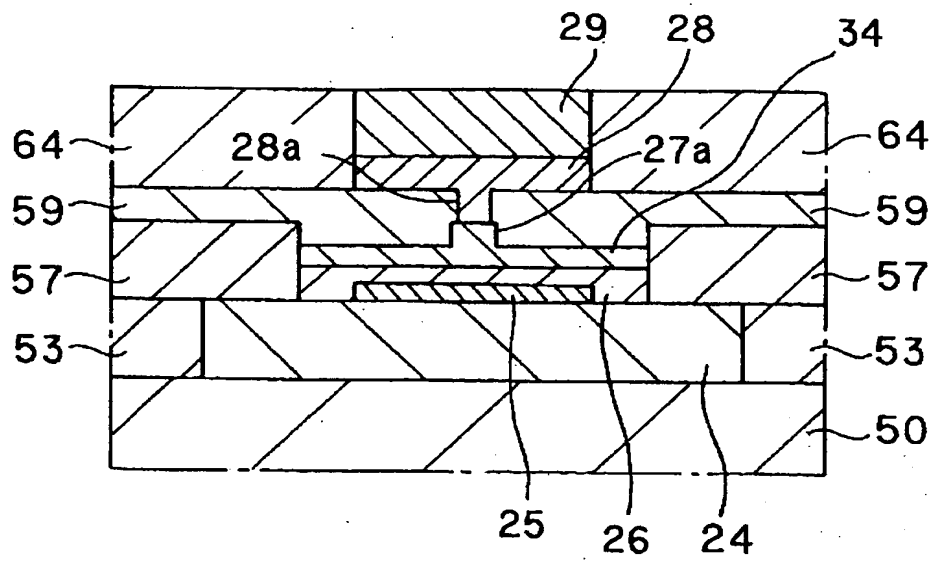


X₁₅-X₁₅' 断面図

【図 3 4】

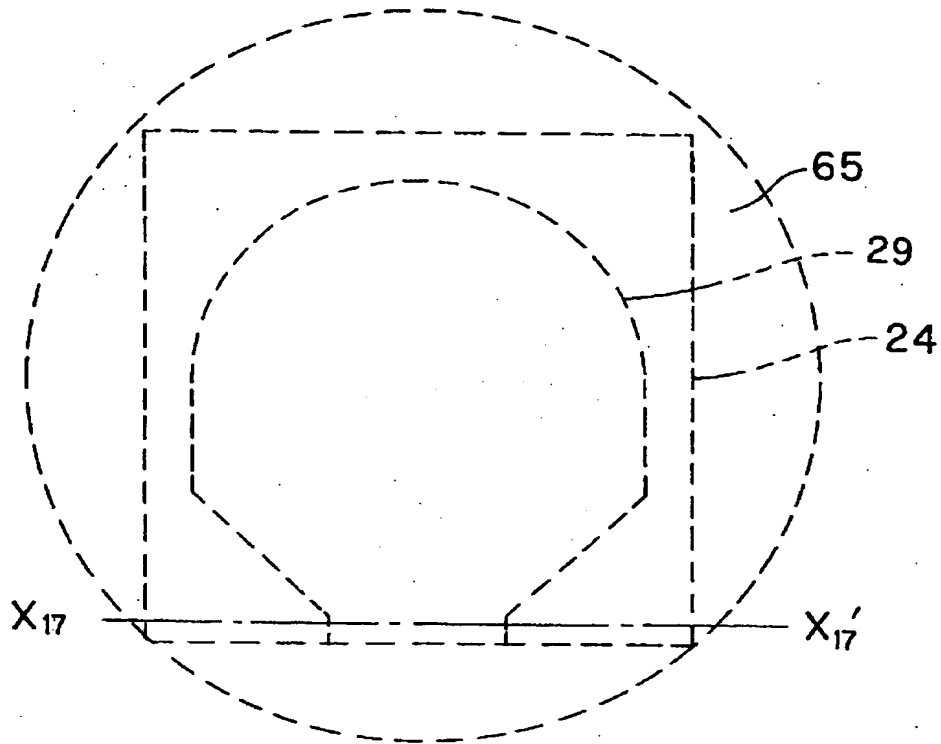


【図 35】

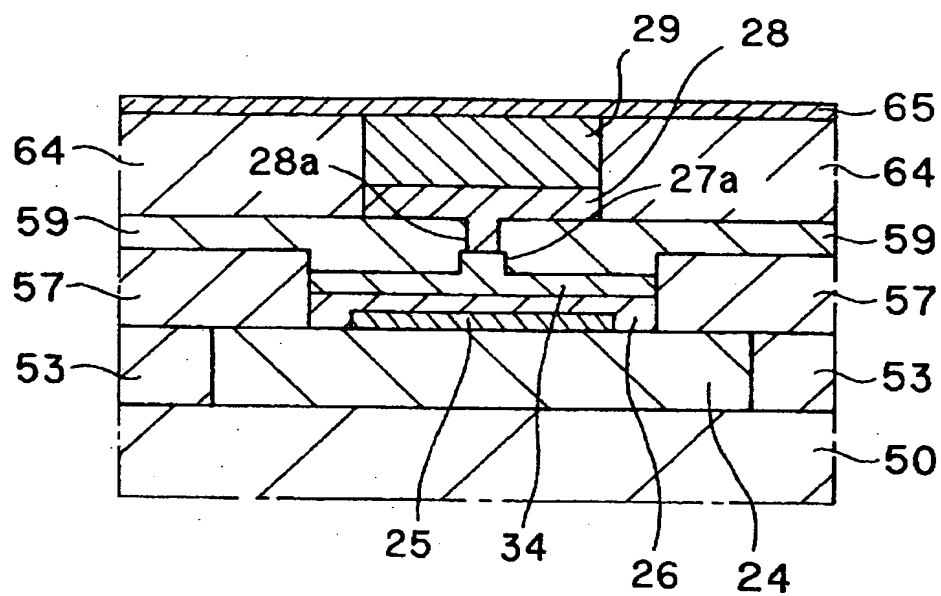


X₁₆-X₁₆' 断面図

【図 3 6】

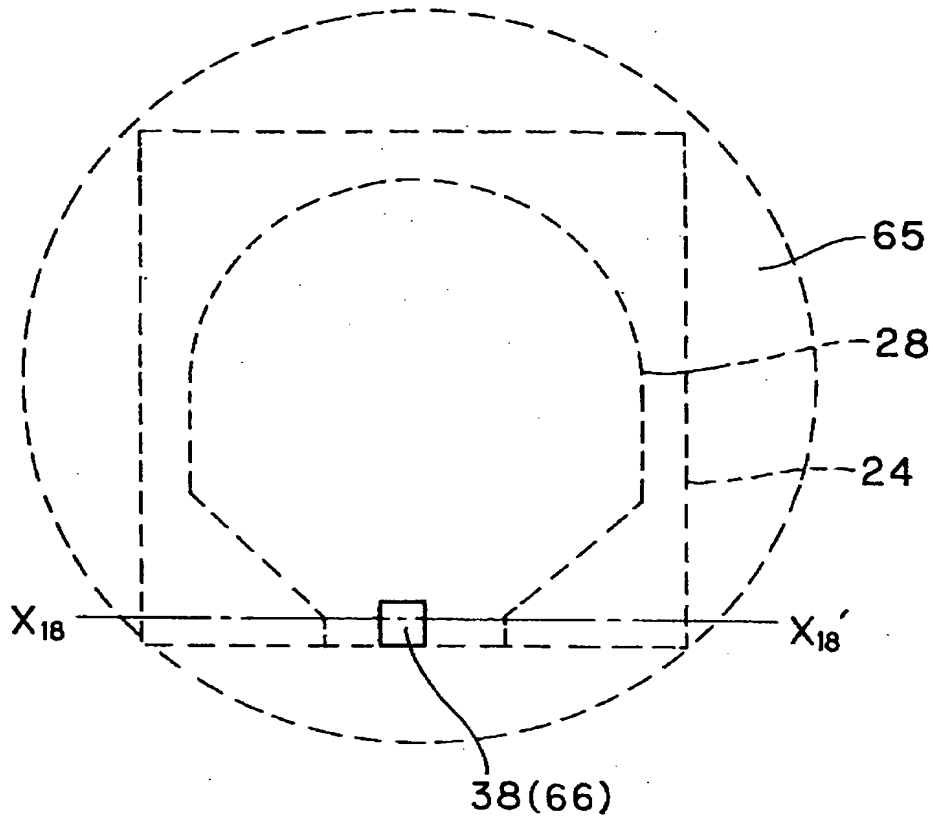


【図 37】

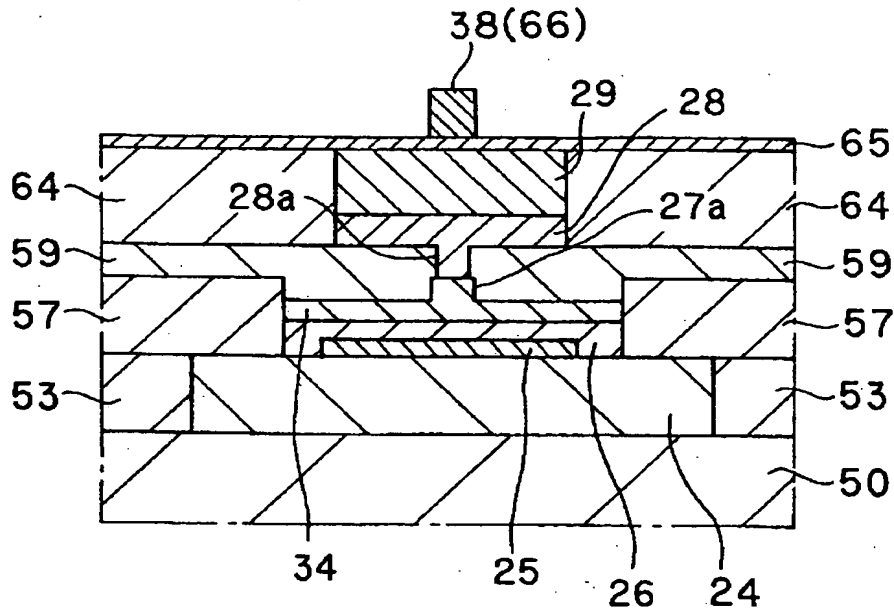


X₁₇-X₁₇' 断面図

【図 3 8】

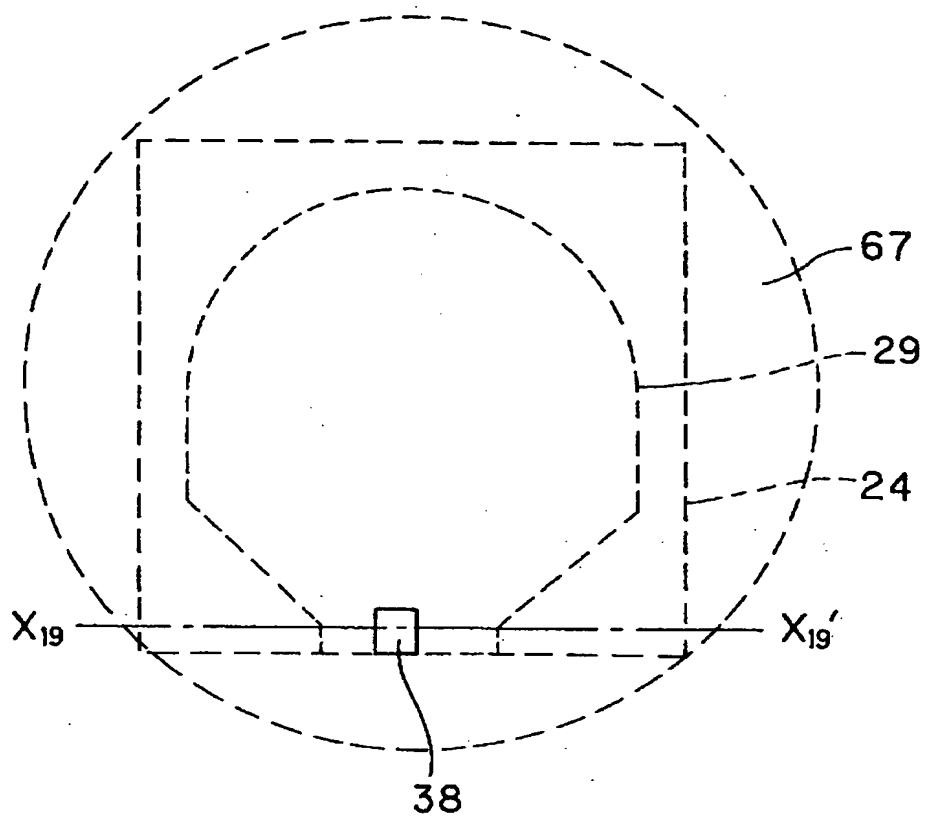


【図 39】

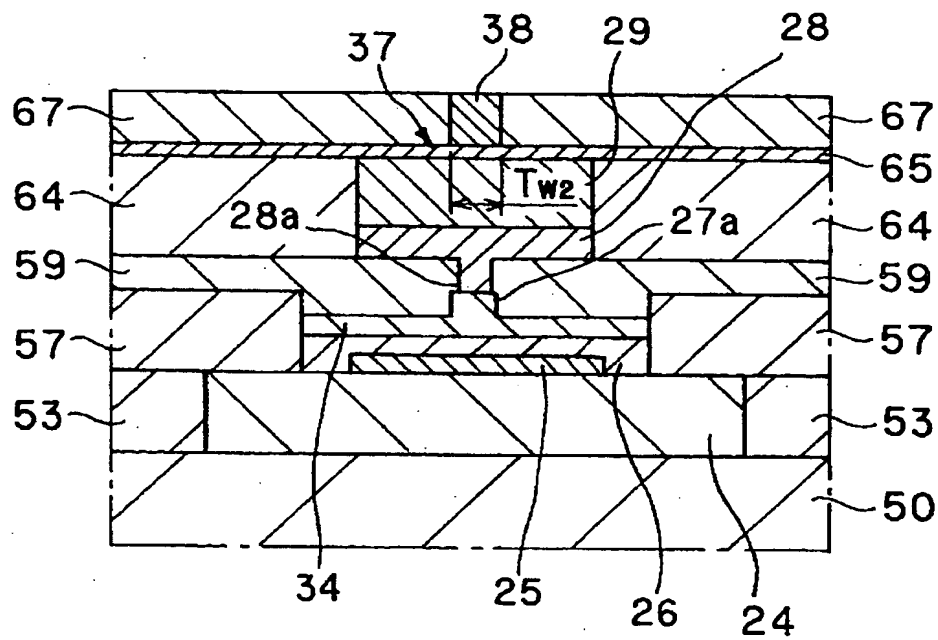


X₁₈-X₁₈' 断面図

【図40】

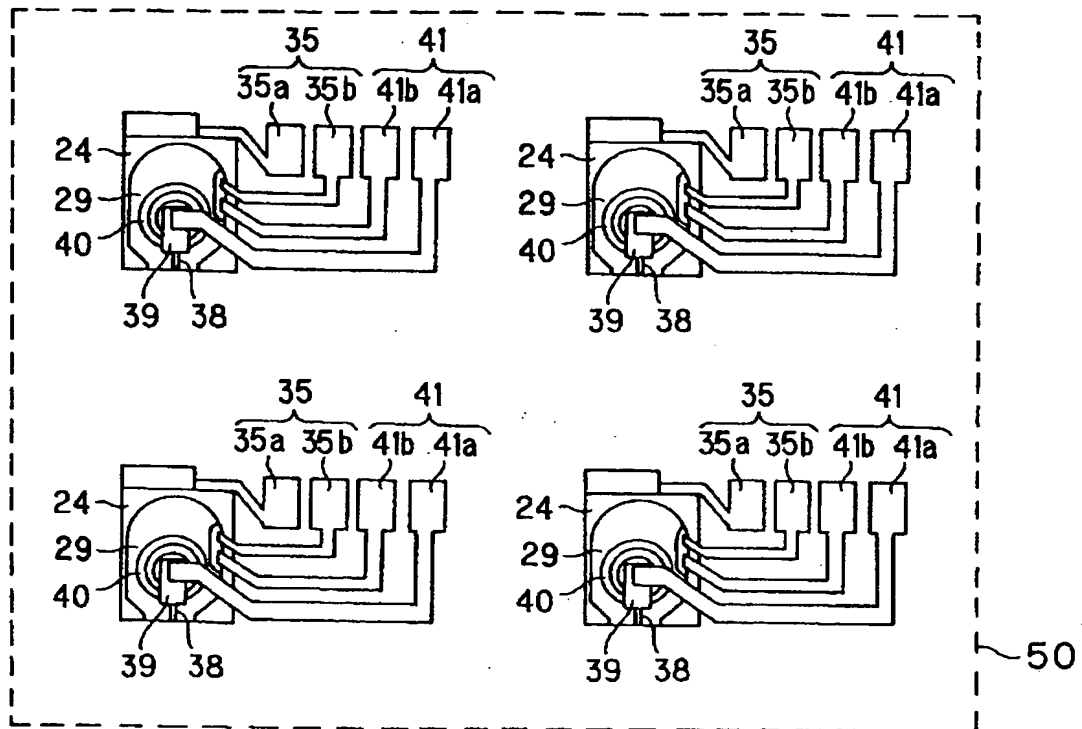


【図 4 1】

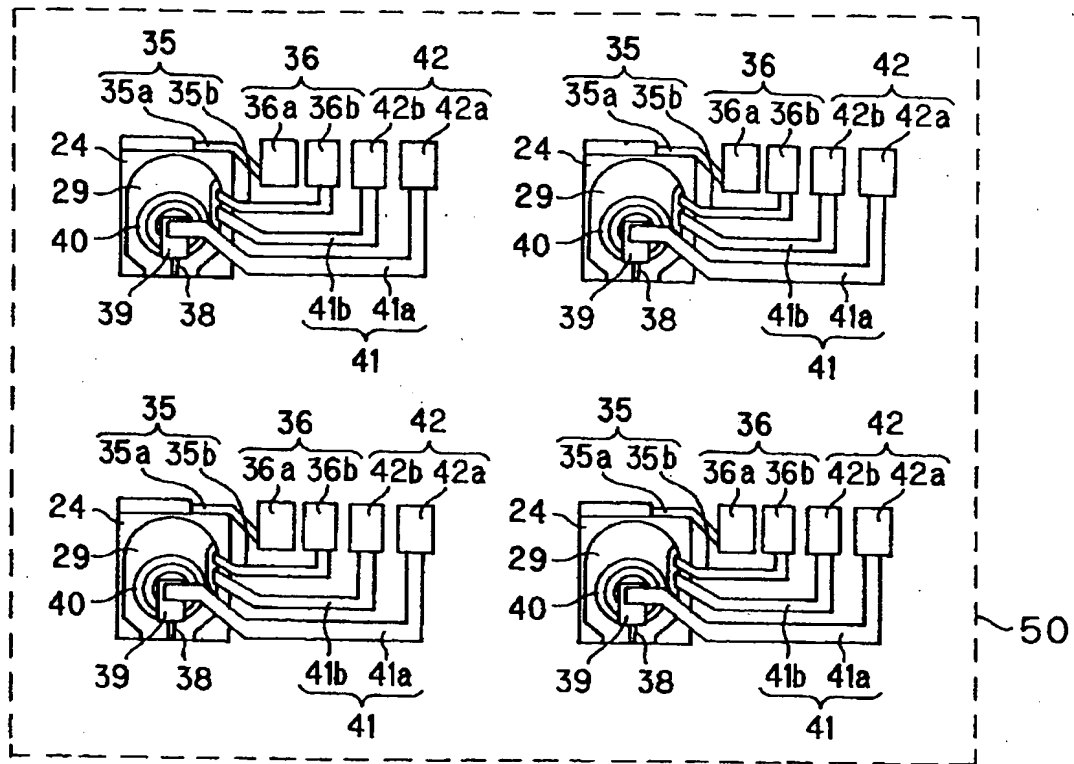


X₁₉-X_{19'} 断面図

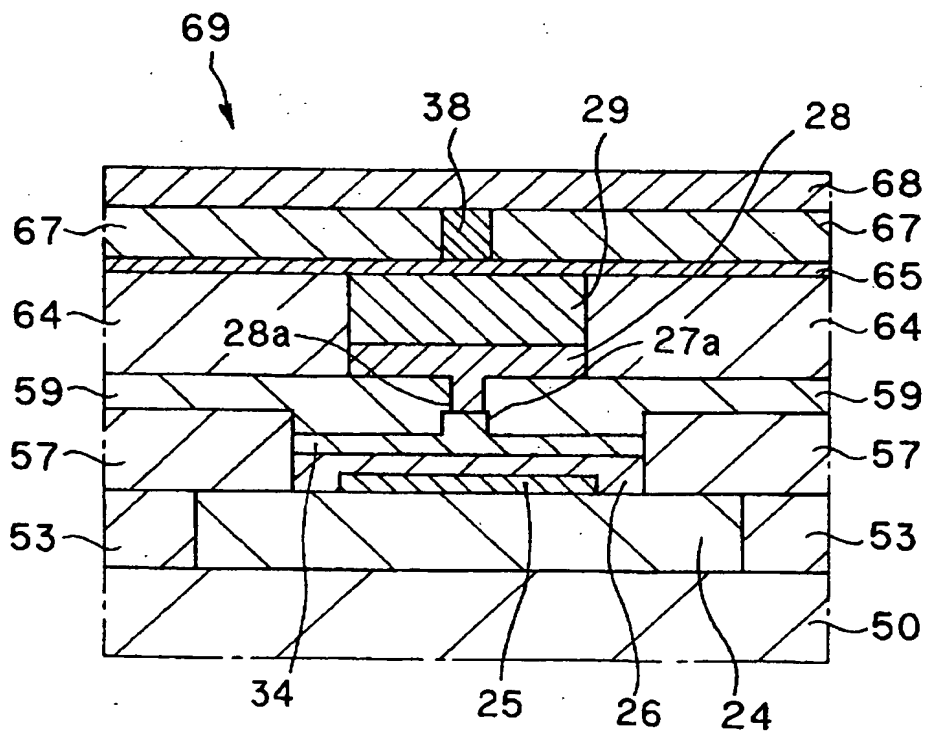
【図 4 2】



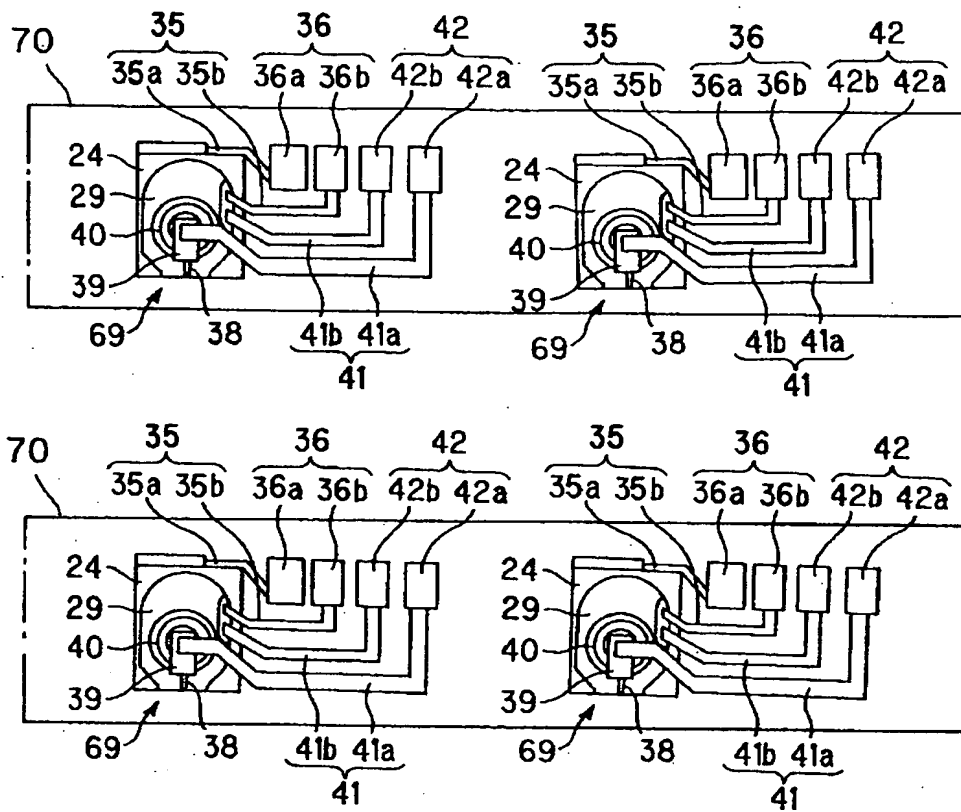
【図 4 3】



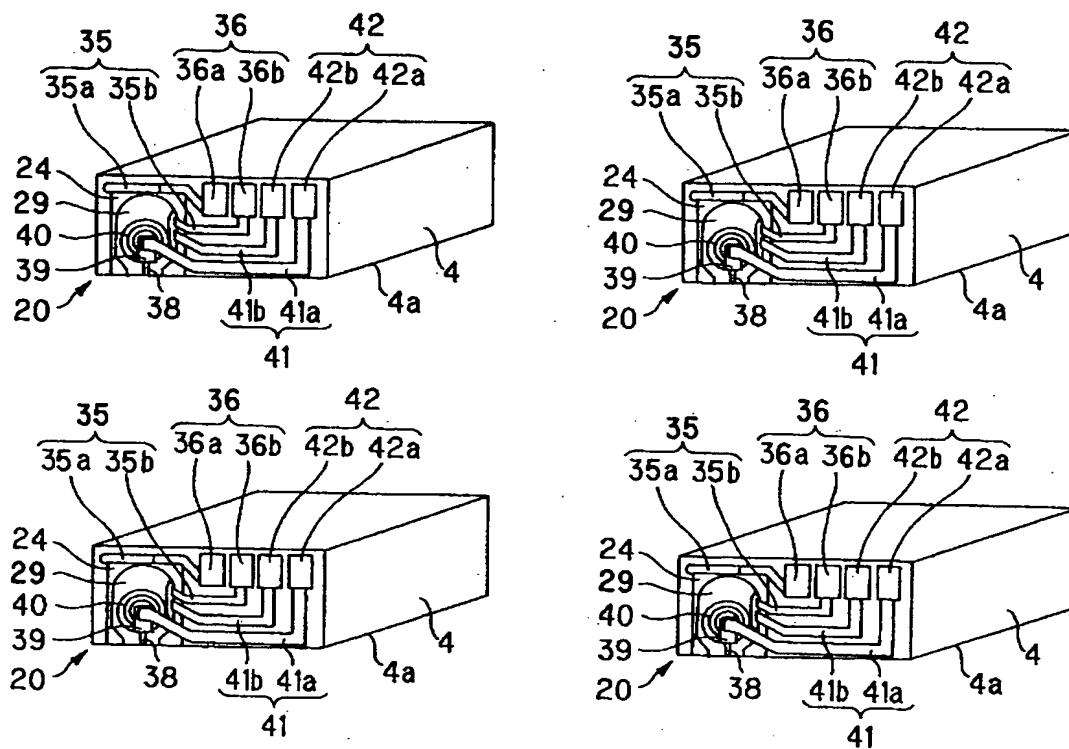
【図 4 4】



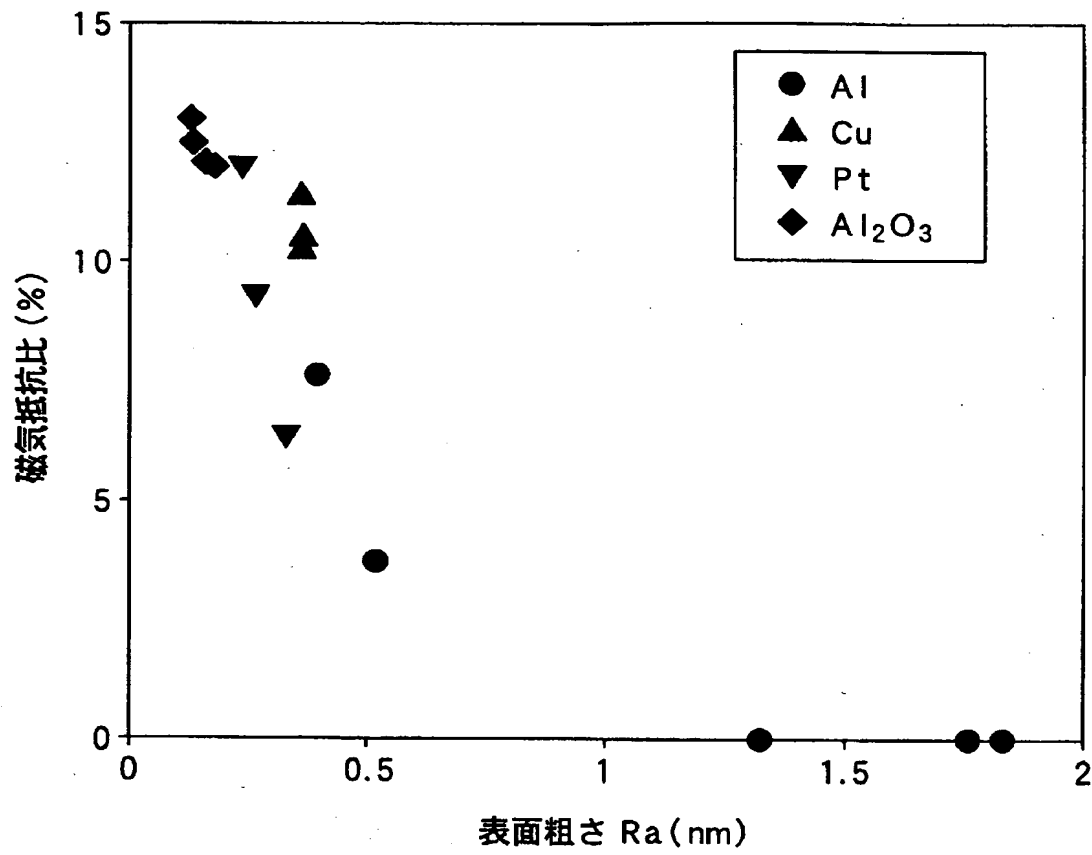
【図 4 5】



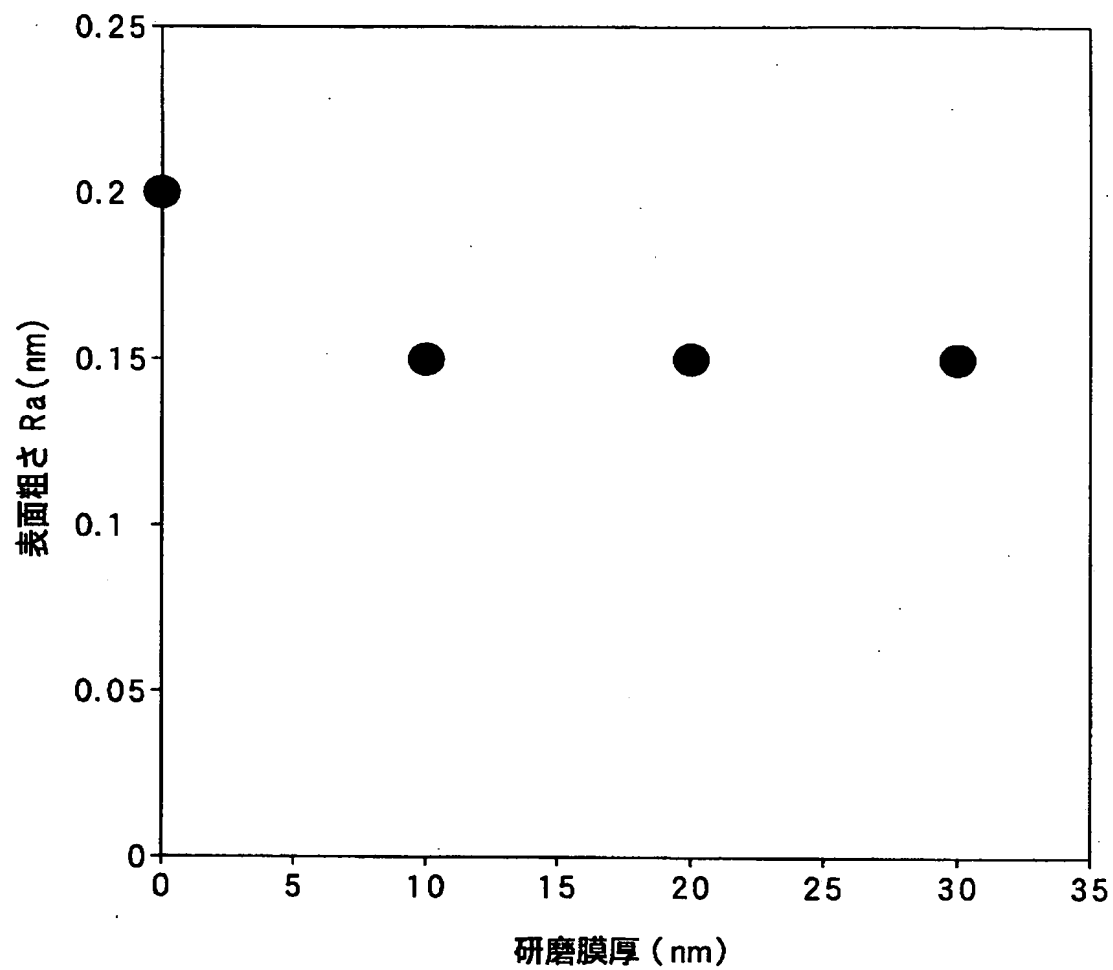
【図 46】



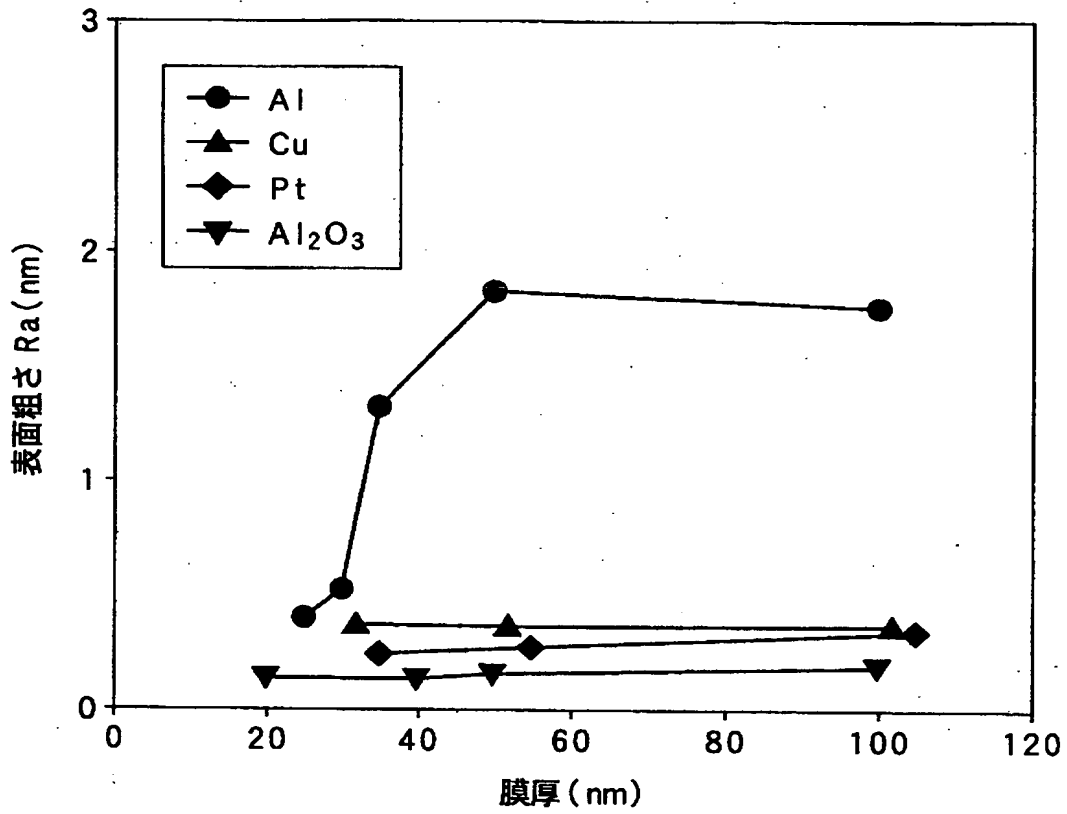
【図 47】



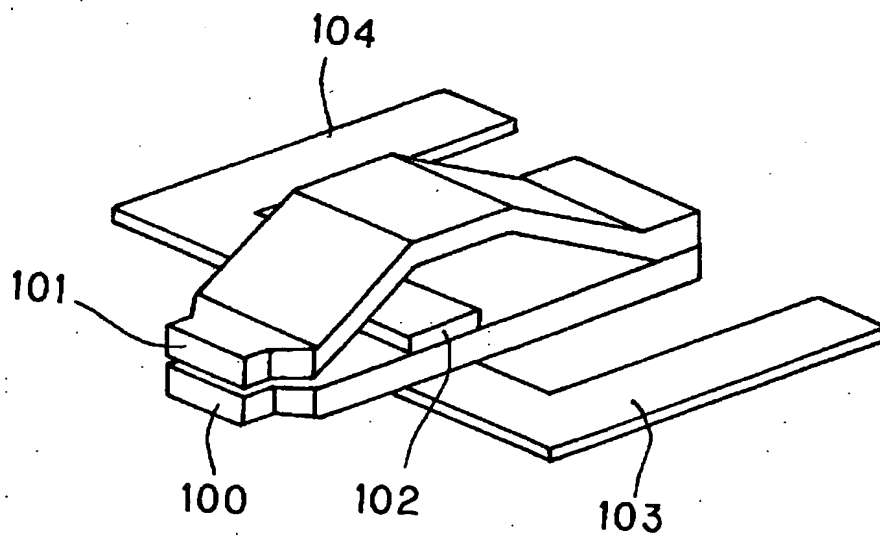
【図 4 8】



【図 49】



【図 50】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 平滑性の優れた面に磁気トンネル接合素子となる磁気トンネル接合膜を形成することを可能とする。

【解決手段】 下層シールド層 2 4 となる第 1 の軟磁性導電性膜と、第 1 の軟磁性導電性膜上に形成された下層ギャップ層 2 6 となる金属酸化膜 2 5 及び第 1 の非磁性導電性膜と、第 1 の非磁性導電性膜上に形成された磁気トンネル接合素子 2 7 となる磁気トンネル接合膜 3 4 と、磁気トンネル接合膜 3 4 上に形成された上層ギャップ層 2 8 となる第 2 の非磁性導電性膜と、第 2 の非磁性導電性膜上に形成された上層シールド層 2 9 となる第 2 の軟磁性導電性膜とを備える。そして、下層ギャップ層 2 6 のうち、金属酸化膜 2 5 は、少なくとも磁気トンネル接合素子 2 7 の直下に位置して設けられている。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社